Jan Hülsemann

Das sächsische Bauernhaus in Siebenbürgen

Was wie machen an alten Häusern?

"Der kostbarste Besitz auf dieser Welt aber,
ist das eigene Volk. Und um dieses Volk
und fuer dieses Volk, wollen wir kaempfen
und ringen und niemals erlahmen und niemals
verzagen und niemals verzweifeln."

Jan Hülsemann

Das
sächsische Bauernhaus
in Siebenbürgen

Was wie machen an alten Häusern?
Ein Leitfaden zur altbaugerechten Instandsetzung

Hilfreiche Netzseiten:
https://www.einprozent.de/
https://pi-news.net/
https://boards.4chan.org/pol/catalog

Lesenswerte Buecher:

Pedro Baños: So Beherrscht Man Die Welt Die Geheimen Geostrategien Der Weltpolitik

Hermann Mitterer: Bevölkerungsaustausch In Europa

Gerd Schultze-Rhonhof: Der Krieg, der viele Väter hatte

6 Jahre Vorarbeit zu diesem Buch wurden gefördert durch

Fundatia Mihai Eminescu / Mihai Eminescu Trust (MET)

Stichting Horizon Foundation

Centrum für internationale Migration und Entwicklung (CIM)

eea grants iceland liechtenstein norway durch MET

M.E.T.

STICHTING HORIZON

CIM

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

ISBN 978-3-98106-189-5

Herausgeber:
Interessengemeinschaft Bauernhaus e.V. (IGB)
Postfach 1244, 28859 Lilienthal
www.igbauernhaus.de

Layout: Jan Hülsemann, Bremen
Lektorat: Ulrike Kroneck, Melle-Buer

Druck:
Quedlinburg DRUCK GmbH,
Groß Orden 4, 08484 Quedlinburg
www.q-druck.de

Widmung
Dieses Buch ist gewidmet dem Architekten Gabriel Lambescu († Juli 2006), stellvertretend für die lange Ahnenreihe der Entwickler, Baumeister, Gesellen und Helfer, die diese kulturelle Bauleistung in Siebenbürgen vollbracht und erhalten haben. Es ist gleichgültig, welcher Herkunft, Volkszugehörigkeit oder welchen Glaubens diese Menschen waren. Am Ende zählt der Respekt vor ihrem Werk und ihrer Lebensleistung, dem wir uns auch heute verpflichtet fühlen und den wir für kommende Generationen bewahren wollen.

Danksagung
Ich danke allen, die zu dem umfangreichen fotografischen Archiv der Siebenbürgischen Bauernhäuser sowie mit Anregungen, Diskussionen und Kritik zum Gelingen dieses Buches beigetragen haben.
Insbesondere danke ich den Initiatoren und Repräsentanten des MET und der Horizon Stiftung Jeremy Amos, William Blacker, Jessica Douglas-Home, Caroline Fernolend und Luminita Holban für die jahrelange vertrauensvolle Zusammenarbeit, Oliviu Marian für seine Geduld bei der redaktionellen Fertigstellung und Andrea Rost und Codruta Vranceanu für ihre beständige Hilfsbereitschaft. Henriette Lemnitz, Ernst Linzing , Alexandru Neagru und Mihai Blotor danke ich für die langjährige, fruchtbare fachliche Zusammenarbeit an der Durchführung diverser Projekte, den rumänischen Kolleginnen und Kollegen Letitia Cosnean, Irina Baldescu, Hermann Balthes, Liviu Gligor und Stefan Balici sowie den englischen Experten Colin Richards, Henry Rumbold und Anthony Goode für den stets fruchtbaren fachlichen Austausch. Ich habe in diesen 10 Jahren der Zusammenarbeit in Siebenbürgen sehr viel gelernt und bin dafür sehr dankbar.

Metis/Martinsdorf aus der Luft

CLARENCE HOUSE

When I first visited the Saxon villages of Transylvania almost fifteen years ago, I was deeply impressed by how these medieval settlements and the wild countryside which surrounds them had remained so well preserved for so many hundreds of years. Together, they formed an extraordinary medieval landscape and harmonious farming system, uniquely rich in biodiversity, which was the only example of its sort left in Europe. Today, as in so many places around the world, the landscape's integrity and very existence are being threatened by the relentless march of an infinitely less sustainable modern world. The challenge, of course, is how to ensure protection within a framework of sensitive development that sympathetically blends the best of the ancient with the best of the modern.

This is why Jan Hülsemann's remarkable book on the historic buildings of Saxon Transylvania is so important. As the definitive guide on the construction and maintenance of the village houses of Transylvania, it provides all the practical solutions for how the architecture of this unique European treasure can be maintained, preserved and appropriately adapted for future generations.

In turning over page after page of detailed technical descriptions, with plenty of drawings and photographs, anyone can see that this book has taken years of dedicated effort and first hand experience to create. I pray with all my heart that this extraordinary book of immense learning and sensitivity may become not only one of the essential guides and references for conservation policy in Transylvania, but also a "pattern book" for contemporary building that can help to maintain the vernacular identity and cultural diversity of this unique area. Without such an approach, there is a very real risk that the integrity of Romania's precious heritage – unlike the magical hill villages of France and Italy which, in today's world, have untold commercial, social, environmental and cultural value – will be tragically lost forever.

Charles

Vorwort der IGB

Das Siedlungsgebiet Siebenbürgen repräsentiert ein kulturelles Erbe von besonderem Wert, nicht nur als isolierte und zurückgebliebene Enclave am Rande Europas. Allein die wechselvolle Geschichte der Siebenbürger Sachsen zeigt zwar Episoden der Abgeschiedenheit einer ethnischen Minderheit, vor allem aber eine über 800-jährige Integration in europäischem Maßstab, dafür steht insbesondere auch die Architekturgeschichte Siebenbürgens. So sind etwa die architektonischen Gemeinsamkeiten sächsischer Dörfer mit Dörfern an Rhein und Mosel unübersehbar. Die Geschichte des Holzbaus wie des Massivbaus Siebenbürgens ist eng mit der Bauweise der Rheinischen Gebiete verknüpft. Viele Wirtschaftsgebäude auf Siebenbürger Höfen wurden als Blockbauten oder in Blockständerbauweise errichtet. Eine Verwandtschaft mit Umgebindehäusern oder Blockbauten im Spreewald ist ebenfalls nicht zu leugnen. Überraschend sind die sächsischen Scheunen, die schwellenlos und mit angeblatteten Verbindungen nahtlos an norddeutsche Scheunen anknüpfen, aber im Gegensatz zu diesen selbst bei Neuerrichtungen im 20. Jahrhundert ihren mittelalterlichen Charakter beibehalten haben.

Der Architekt Jan Hülsemann hat sich in über 10 Jahre nicht nur mit dieser Hauslandschaft beschäftigt, sondern auch einige Jahre in Siebenbürgen gelebt und sich bis in das kleinste Detail mit den praktischen Möglichkeiten der Restaurierung dieser Bauten beschäftigt. Dabei kann vor allem seine Arbeit mit dem Mihai Eminescu Trust (MET), dessen Schirmherrn Charles Prince of Wales wir das erste Vorwort verdanken, als besonders erfolgreich bezeichnet werden. Die vielen vom MET restaurierten Häuser in Siebenbürgen sind kaum noch zu zählen und tragen entscheidend zum Überleben dieser einmaligen und geschlossenen Kulturlandschaft bei.

Das nun vorliegende Buch liefert aber nicht nur Bauherren, Handwerkern und Architekten in Siebenbürgen einen wichtigen Beitrag als Ratgeber zur Instandsetzung von alten Gebäuden, sondern auch deren Kollegen in der Bundesrepublik. Als Interessengemeinschaft Bauernhaus e. V. haben wir uns daher gerne entschlossen, das Buch herauszugeben und der Allgemeinheit zugänglich zu machen. Mit dem Untertitel „Was wie machen an alten Häusern?“ erinnern wir bewusst an das erfolgreichste Buch der IGB „Was wie machen? Instandsetzen und Erhalten alter Bausubstanz“ von Julius H. W. Kraft aus dem Jahre 1992. Im Gegensatz zu Krafts Buch, das ausschließlich für den norddeutschen Raum Gültigkeit hatte, deckt dieses Buch auch Bauprobleme fast aller Haustypen in der BRD ab. Wir wünschen diesem Buch eine möglichst große Verbreitung auch und gerade unter unseren Mitgliedern.

Für die Interessengemeinschaft Bauernhaus
1. stellv. Bundesvorsitzender Heinz Riepshoff

Zu diesem Buch

Feierabend in Birghis/Bürgesch

Dieses Buch ist geschrieben für alle, die sich mit dem Bauen im Bestand im ländlichen Siebenbürgen beschäftigen, also in erster Linie für Architekten, Planer, Bauleiter und Handwerker, die die handwerklichen Traditionen der Region erhalten wollen. Es richtet sich aber auch an Bauherren, Selbstbauer und Laien, die mit ihren Bauvorhaben an das kulturelle Erbe anknüpfen, es respektieren und bewahren wollen. Schließlich bedeutet das traditionelle Bauen aber nicht nur ein Festhalten an überlieferten Stilen, sondern eher ein Bauen mit regionalen naturbelassenen und gesunden Baustoffen und Verarbeitungstechniken, ein Leben und Arbeiten in giftfreier und gesunder Umgebung.
Im vergangenen Jahrzehnt hat eine an Westeuropa orientierte Wirtschaftsentwicklung eingesetzt, die seit dem EU Beitritt Rumäniens an Dynamik gewonnen hat und mancherorts außer Kontrolle geraten ist. Diese manifestiert sich – oft außerhalb des Bebauungsplans und ohne Rücksicht auf Landschaft und Nachbarschaft – in modernen Produktionshallen und Einkaufszentren von internationalem Zuschnitt und Design zuerst an den Stadträndern und breitet sich immer weiter aus. Eine eigenständige regionale Entwicklung ist dann nicht mehr erkennbar und wohl auch nicht mehr möglich.
Gegenüber dieser zunehmenden Bedrohung für die historischen Siedlungsensembles stehen die Bewahrer und Denkmalpfleger permanent in der Defensive und versuchen, den Bestand zu verteidigen, zumal durch aggressive Vermarktung (etwa für PVC-Fenster und Laminat) Begehrlichkeiten bei Bürgermeistern und in der Bevölkerung bis in den letzten Winkel der Region erzeugt werden, die eine angemessene und altbaugerechte Instandsetzung konterkarieren, und die mit zunehmendem Wohlstand auch noch bezahlbar sind.
Es wird in Zukunft daher umso mehr darauf ankommen, die Kräfte für den Erhalt zu bündeln und zu koordinieren, den Schutz des Bestandes in der gesamten Region durch verbindliche Bebauungs- und Flächennutzungspläne zu regeln, und schließlich die Rechtstaatlichkeit so zu stärken, dass diese auch eingehalten werden.
Dieses Buch soll dazu beitragen, den kulturellen, materiellen wie handwerklichen Wert der alten Häuser als Bestandteile des gesamten kulturellen Erbes der Siebenbürger Sachsen in allen ihren Einzelelementen deutlich zu machen, und gleichzeitig Wege und Möglichkeiten aufzeigen, wie die traditionelle Handwerkskunst auch heute noch zum Erhalt und zur Ertüchtigung der alten Gebäude und Hofanlagen beitragen kann.
Die hauskundlichen Betrachtungen beziehen sich ausschließlich auf die deutschen Siedlungen Südsiebenbürgens. Mit deutschsprachigen Quellen und den Erfahrungen aus über einem Jahrzehnt Restaurierungstätigkeit an mehreren hundert Einzelobjekten wird nur dieser Haustyp genauer untersucht und besprochen. Gleichwohl mögen viele Erkenntnisse auch für die anderen Siedlungsgebiete der Deutschen sowie der anderen fest angesiedelten Bevölkerungsgruppen gelten, der rumänischen und der ungarischen. Insbesondere die bautechnischen Hinweise und Anleitungen zur Instandsetzung und Restaurierung lassen sich auch auf die anderen Architekturformen der Region übertragen. Sie bilden einen Leitfaden zur fachgerechten Instandsetzung, Verbesserung und Modernisierung alter Häuser mit verträglichen handwerklichen Mitteln. Es soll helfen, Schäden zu erkennen und zu analysieren und darüber hinaus einen geeigneten Umgang mit den Schadensfällen zu planen und auszuführen. Das Buch stellt damit einen Gegenpol dar zu dem internationalen Baumarkt Einerlei, das zu Unrecht als Fortschritt gesehen wird. Allzu oft wird so aus Unwissenheit und im diffusen Vertrauen auf die Qualität moderner Industrieprodukte städtebaulich und bautechnisch Falsches gemacht und eine Baumarktmentalität etabliert, die dann als Beispiel für Wohlstand dasteht und Schule macht. Solide traditionelle Handwerkskunst hingegen verliert an Wert. Dieses Buch soll dazu beitragen, dass ihr wieder die Anerkennung zukommt, die ihr gebührt. Untermauert wird dies durch neuere Forschungsergebnisse und Erkenntnisse im Umgang mit alter Bausubstanz.
Gleichwohl können aus den Angaben dieses Buches keine Garantien oder Gewährleistungen abgeleitet werden.

Inhaltsverzeichnis

Hosman/Holzmengen am Fuße der Karpaten

„Weil alles, was gewusst wird, besser und genauer gewusst werden kann, wird nichts so gewusst, wie es wissbar ist."
Nicolaus Kusanus (1401–1464)

Das Sächsische Bauernhaus in Siebenbürgen

Häuserzeile in Viscri / Deutsch-Weisskirch

„Bauernhäuser sind alle gleich! Überall auf der Welt" mit diesem Statement verblüffte ein Kollege und Lehrer an der Architekturakademie der Ioan Mincu Universität in Bukarest seine Zuhörer bei einem Vortrag. Aber ja, natürlich ist dies so, denn alle sind aus den gleichen wenigen Stoffen gemacht: Steinen, Holz, Lehm, Blätter, Stroh. Aber nein, wo bleiben dann die landschaftlichen, klimatischen und ethnisch-sozialen Unterschiede, die doch so verschiedenen Materialeigenschaften, die kulturellen Erfindungen und Errungenschaften?
So gut es auch gelingen mag, die Charakteristik der Siebenbürgischen Dörfer und Höfe zu beschreiben, so schwierig ist es erklärbar, warum dies so ist, und warum die bäuerlichen Architekturformen in ihrem jeweiligen kulturellen Gebiet so geschlossen auftreten, wie sie es in Siebenbürgen tun. Es ist offenbar ein sehr sensibles und ausbalanciertes Gleichgewicht zwischen Haus, Siedlung, kultiviertem Land und unberührtem Naturraum, das die doch so ungebildeten und groben Bauern da erschaffen und über Jahrhunderte erhalten haben. Paul Ehmig schreibt in seinem 1906 erschienenen mehrbändigen Kompendium über „Das deutsche Haus": „Es ist ja sicher, dass der Bauer, ebenso wenig wie der Städter, bei der Gestaltung seiner Siedlungen nicht von Schönheitsgesetzen ausging..., (sondern er achtete darauf, dass) die besondere Eigenart des Gebietes durch den Eingriff des Menschen unversehrt bleibt und Landschaft, Stoff und Wohnkultur im Einklang stehen."[1] Was wir heute unter Nachhaltigkeit verstehen, war offenbar in früheren Jahrhunderten selbstverständliche Grundlage der regionalen wirtschaftlichen Entwicklung.
In vielen Regionen der Welt haben historische regionale Bauformen als Ausdruck kreativer und kollektiver Kulturleistung eine hohe Anziehungskraft, und dies fasziniert uns auch an den sächsischen Bauernhäusern: Der Einklang des Typischen mit dem Individuellen. Wie Fingerabdrücke sind die Höfe in ihrer Struktur und ihrem Aufbau alle gleich, jedoch hat jeder seine ganz eigene individuelle Form, und man wird in ganz Siebenbürgen keine zwei identisch gleichen Häuser finden.
Jedoch ist dieser Einklang kontinuierlich im Wandel begriffen. Wenn noch Paul Ehmig zunächst noch die alte Bauernkunst bewunderte, „wie organisch bei ihr die Einzelformen der Gesamterscheinung sich unterordnen, ja bei geschlossenen Straßen wird selbst das ganze Haus zum schlichten Einzelelement. Jede Kleinigkeit wird vermieden, jede Gassenhauerkunst der Gipsfassaden, damit die große ruhige Massenwirkung der Gesamterscheinung

Abb. 2.1. *Häuserzeile in Biertan/Birthälm (nach einem Aufmaß von Architekt Gerhard Schuster)*

nicht zerrissen wird"[2] und gleichzeitig die individuelle Verzierung der Häuser als „Gesinnungslosigkeit" und „taktlose Entgleisung" geißelte, so finden wir heute gerade in diesen Verzierungen der Fassaden ein verbindendes Element des gesamten Architekturensembles, das ja eine friedliche Epoche relativen Wohlstandes repräsentiert. Wir finden hier in zeitlicher Schichtung die Elemente unterschiedlicher Stilepochen, aber auch handwerkliche Besonderheiten im kleinräumlichen dörflichen und ethnisch-sozialen Maßstab, die der Hausforschung heute wertvolle Hinweise zur Entwicklungsgeschichte liefern.

Anders als in den meisten Regionen Europas und abgeschieden von diesen haben sich in Siebenbürgen analog zu den Volksgruppen der Ungarn, Sachsen, Rumänen und der Roma mehrere Architektur- und Siedlungsformen nebeneinander entwickelt. Auf die vielen Parallelen, gegenseitige Einflüsse und Ergänzungen wird in vielen Quellen hingewiesen,[3] ohne dass diese bislang genauer untersucht worden wären. Auffällig ist aber, dass in Siebenbürgen Architektur- und Konstruktionsformen, die in Westeuropa seit dem Mittelalter überholt und „ausgestorben" sind, überlebt haben und bis in die späte Neuzeit hinein praktiziert worden sind. Ein prägnantes Beispiel hierfür sind die Scheunenkonstruktionen, die mit schwellenlosen Ständern und Blattverbindungen heute immer noch so gebaut werden, wie dies vor Jahrhunderten üblich war.

In diesem Spannungsfeld von Wandel und Festhalten an Bewährtem war die Entwicklung der Volksarchitektur über die Jahrhunderte hinweg von verschiedenen Faktoren bestimmt. Insbesondere die Überlebensstrategien zur Sicherung von Leben, Ernten und Vieh, Hab und Gut, eine Spezialisierung zur Mehrung von Wohlstand und Lebensqualität, sowie die Entwicklung des Handwerks in der Stadt wie auf dem Land waren entscheidende Triebfedern für die ständige Anpassung der Siedlungen. Dass es zahlreiche Wechselwirkungen mit den anderen sich parallel entwickelnden Volksgruppen gab, liegt auf der Hand. Landschaftliche Gegebenheiten, Klimaereignisse, Veränderungen der überregionalen politischen Machtverhältnisse oder Überfälle betrafen alle Gruppen. Die Beziehungen der ungarischen Feudalherren zu ihren (auch sächsischen) Hörigendörfern waren sicherlich andere als die der rumänischen Hirtendörfer zu den freien Sachsen. Die wandernden Roma hatten wiederum andere Interessen, andere Produkte anzubieten und andere Strategien, ihr Überleben zu sichern. Wie dieses Geflecht von gegenseitigen Wechselwirkungen im Einzelnen aussah, ist in Teilen ja schon untersucht worden und bedarf einer eigenen Darstellung.

Die Privilegien der sächsischen Bevölkerung auf dem Königsboden erlaubten eine eigenständige, schnellere Entwicklung der Ortschaften, zunächst ohne eine klare Hierarchie zwischen Städten und Dörfern.

Die Geschichte hat gezeigt, dass das erste Konzept der deutschen Siedler, Fluchtburgen für mehrere Dörfer zu unterhalten, sich nicht bewährt hat. Es dauerte bei Überfällen einfach zu lange, diese Fluchtorte zu erreichen. So wurden ab dem 14. Jh. die Kirchen in den Ortschaften selbst zu Festungen ausgebaut, die auch Belagerungen über mehrere Tage und Wochen standhalten konnten. Die kompakte, zuweilen enge Anlage der Ortschaften mit Parzellenbreiten von teilweise nur 12 m ist sicherlich auch diesem Erfordernis geschuldet, wie auch die Ausbildung einer stramm durchorganisierten Dorfgemeinschaft. Diese Überlebensstrategie hat letztlich die sächsischen Dörfer und Landschaften zu dem einheitlichen Bild geformt, das wir heute so bewundern.

Gleichwohl gibt es in einzelnen Regionen und z. T. auch in einzelnen Ortschaften sehr unterschiedliche Entwicklungen und Erscheinungen. So werden etwa die Häuser im Nösner Land in der Regel direkt von der Straße aus erschlossen und, wiederum anders als in allen anderen sächsischen Siedungsgebieten in Siebenbürgen, geben die Bauernhäuser im Zeckeschgebiet mit ihren umlaufenden Lauben ein anderes Bild.[4] In Almen und Meschen gibt es ganze Straßenzüge, in denen die Scheunen an der Straßenfront stehen und die Wohnhäuser weiter hinten auf dem Grundstück angeordnet sind entsprechen den topografischen Gegebenheiten.

Generell aber erstaunt die strenge und eindeutige Gliederung der Höfe im dörflichen Zusammenhang, die über einen langen Zeitraum entwickelt, ausprobiert, verfeinert und angepasst worden ist. Wie schon von Paul Ehmig angesprochen, scheint es eine freiwillige und selbstverständliche Unterordnung unter ungeschriebene formale Gesetze gegeben zu haben, die keiner Satzung, wohl aber ökonomischen und funktionalen Zwängen folgt. Wenn man sich die Elemente der Höfe in ihrer Grundrissanordnung in der Reihung eines Straßenzuges vor Augen führt, so kann man fast überall eine klare Zonierung mit Baulinien und Baugrenzen zunächst nach Funktionen erkennen und, wollte man einen Bebauungsplan daraus ableiten, auch Festlegungen über Bebauungsdichte wie Grundflächen- oder Geschossflächenzahl, Traufhöhen, Dachneigungen, etc. treffen. Erstaunlich und eine weitere Untersuchung wert ist auch die Wahl der Möglichkeiten zur Reihung: entweder immer im „Gleichschritt", etwa nach der Himmelsrichtung oder der Topografie, oder gespiegelt Haus an Haus und Tor an Tor (Abb. 10.1).

Ursprünge und Entwicklung des sächsischen Bauernhauses in Siebenbürgen
Quellen der Hausforschung

Wo aber anfangen auf der Suche nach den Urformen des siebenbürgisch-sächsischen Bauernhauses? Rekonstruktionen zeigen die ersten Hütten und Siedlungen der Steinzeit in Europa in sehr unterschiedlichen Formen, oft polygonal oder rund, teilweise halb in den Boden gegraben, teilweise auf Pfählen errichtet, gedeckt mit Erde, Blättern, Rinde oder Stroh, je nach den klimatischen Bedingungen und den verfügbaren Materialien. Bis zur Entstehung der sog. Fränkischen Hofanlage, die die Siedler aus ihrer Heimat, den damals recht dicht besiedelten Gebieten an Rhein und Mosel mitbrachten, ist bereits ein weiter Weg mit vielfältigen Einflüssen und Entwicklungen beschritten worden. Für diese Hofanlage nimmt Phleps einen „im Kern alemannischen Haustyp" an, ein flacher, ebenerdiger, fensterloser Holzbau auf rechteckigem Grundriss mit steilem Strohdach, entwickelt aus einem Einraumhaus.[5] Der Hausforscher Victor Roth hält diesen Haustyp für die Ursprungsform auch des siebenbürgisch-sächsischen Bauernhauses: „Es ist keine Frage, dass das siebenbürgisch-sächsische Bauernhaus in der Hauptsache ursprünglich aus einem Einraumhaus mit geflochtenen und mit Lehm beworfenen bohlenen Wänden, oder in der Nähe von Tannenholzwaldungen mit Blockwänden bestanden hat. Keller, Backofen, Vorratskammern befanden sich bei diesem Typus, wie wir das auch heute noch z. B. in Gergeschdorf wahrnehmen können, in besonderen kleinen Gebäuden außerhalb des Wohnhauses."[6] Roswith Capesius stützt diese Einschätzung, erkennt aber auch die Nähe zu den überlieferten Ursprüngen rumänischer Haustypen.[7] Überhaupt kann man eine erstaunliche Ähnlichkeit in den konstruktiven Grundformen der rekonstruierten sächsischen wie der rumänischen Bauernhäuser feststellen. Letztere sind ja von rumänischen Forschern, wie vor allem auch im Freilichtmuseum bei Hermannstadt eindrucksvoll dokumentiert. Die konstruktiven Beschreibungen von Roth und von Phleps treffen auch auf diese Hofanlage voll zu. Die Unterschiede treten vor allem in der Anlage der Höfe und in den Details zutage.

Anders als die meisten Haustypen Mittel- und Norddeutschlands, die eine funktionale Differenzierung innerhalb des Hauses mit einer stattlichen Zunahme

Fotos Seite 3.
1. *Schäferhütte als temporäre Unterkunft bei Metis/Martinsdorf*
2. *Romahaus als Pfostenbau mit Stakung und Lehmwänden (Laslea/Großlasseln)*
3. *Wohnhaus in Sasaus/Sachsenhausen in Fachwerkbauweise mit Fußbändern, Stakung und Lehmputz*

Die Fotos belegen, dass sich ursprüngliche Bauweisen bis heute erhalten haben.

Abb. 4.1.
Rekonstruktion der„Fränkischen Hofanlage „ gezeichnet von Hermann Phleps

Abb. 4.2.
Großschenk, Rekonstruktion von Hermann Phleps (Quelle: Die Blauen Bücher)

Abb. 4.3.
Anwesen eines Ölmülles, Livada, Kreis Hunedoara, (Quelle: Astra Museum)

an Größe vorgenommen haben, bestand die fränkische Hofanlage aus einer Reihe mehrerer Einraumhäuser, die die verschiedenen Funktionen Wohnhaus, Stall, Speicher und Scheune aufnahmen, umfriedet von einem Palisadenzaun (Abb. 4.1). Im Gegensatz zu den frühen Drei- oder Vierseithöfen rumänischer Bauern (Abb. 4.3) ist diese Hofanlage für schmale und lange Parzellierungen entwickelt worden, wie sie in den dichten Siedlungen des Ursprungslandes, wie auch in den neuen Siedlungen vorgenommen wurden. Anders als die baulichen Anlagen hat sich diese Parzellenstruktur seit dem Mittelalter erhalten. Eine Rekonstruktion einer solchen Dorfanlage, zu der ja auch die in diesem Zusammenhang selten erwähnte Kirchenburg zählt, wurde von Hermann Phleps am Beispiel von Großschenk entwickelt (Abb. 4.2). Diese stellt jedoch eine bereits fortentwickelte Struktur dar, denn die meisten Siedlungskerne waren zu Beginn einfache Zeilendörfer.[8] Die Höfe lagen in schmalen Parzellen dicht beieinander, und die Häuser fügten sich zu einer gemeinsamen Straßenfront, davor ein angerartiger Freiraum. Erst mit der Verdichtung der Siedlungen entstanden die Straßendörfer mit gegenüberliegenden lang gestreckten Straßenfronten.
Der auch von Paul Ehmig verwendete Begriff „Stammestypen" für die Ausbildung und Differenzierung der Hofformen geht davon aus, dass derartige Entwicklungen im gesellschaftlichen Mikrokosmos kleiner Volksgruppen vollzogen wurden, begrenzt durch den Wirkungsradius einer sesshaften, an die eigene Scholle gebundenen Bauernschaft. Ist danach erklärbar, dass den Siedlern eine starke kulturelle Bindung mit festen Baugewohnheiten zugeschrieben wird? In wieweit sie ihre Lebensgewohnheiten und Bauformen weiterführten und auf welche Weise sie diese den neuen Gegebenheiten anpassten, ist am ehesten in der Volkskunst nachvollziehbar. Fest steht, dass sich die verschiedenen ansässigen wie zugewanderten Volksgruppen wenig miteinander vermischt haben, ebenso sicher ist auch, dass sie sich gegenseitig beeinflusst und befruchtet haben und über Jahrhunderte in einem relativen gesellschaftlichen Gleichgewicht nebeneinander gelebt, gearbeitet, gefeiert und getrauert haben.

Der Straßburger Regierungsbaumeister K. Stratsmann hat 1905 die charakteristischen Haustypen im Elsass untersucht: „Am verbreitetsten, ..., da wo Ackerbau betrieben wird, ist die sog. Fränkische Hofanlage – (vergl. Die Bemerkung des Mönches Ottfried im Christ um das Jahr 867). In der einfachsten Art, namentlich in wenig begüterten Dörfern, stößt an das Wohnhaus der Stall und die Tenne ohne innere Türverbindung mit jenem, mit gemeinsamen Satteldache oder mit verschieden hohen Dächern; es ist dies die primitivste Form des Fränkischen Hofes. Das Gebäude liegt mit dem Giebel nahe der Straße, mit oder ohne Vorgarten und mit seitlich liegendem, schmalem Hofe. Häufig steht aber auch die Scheune (sura) als besonderer Bau quer im Hofhintergrunde, senkrecht zum Wohnhaus und Stallbau. ... Auch liegt der Stall dann im Scheunenbau und wird durch einen offenen Schopf erreicht..."[9] Wenn diese Beschreibung auch nicht die Urform, sondern eine um die Jahrhundertwende noch vorhandene Anlageform beschreibt, so ist doch die Ähnlichkeit zum siebenbürgisch-sächsischen Hof verblüffend. Bei genauerem Hinschauen treten jedoch die entscheidenden Unterschiede hervor: zwei Geschosse, Längsteilung des Hauses, Fachwerkbau, sodass hier aus der Urform des Einraumhauses verschiedene Entwicklungen vollzogen wurden, die alle unter dem Namen „Fränkischer Hof" firmieren. Daher werden in der modernen Hausforschung, anders als noch in der ersten Hälfte des 20. Jh, in der Entwicklungslinien nach stammestypischen Erscheinungen erklärt wurden, völkische Begriffe wir „alemannisch", „fränkisch" etc. vermieden, weil diese allzu oft in die Irre führen und keine hilfreichen Erklärungen bieten. Eine wie von Hermann Phleps begonnene und von Victor Roth geforderte Gefügeforschung für das gesamte Siebenbürgen steht noch aus. Nur eine flächendeckende und systematische Bestandsaufnahme kann letztlich Aufschluss geben über Ursprünge und Entwicklungslinien des sächsischen Bauernhauses.
Außerdem kann man annehmen, dass auch die römische Bauweise ihren Einfluss gehabt hat, insbesondere auf die linksrheinischen, damals vergleichsweise dicht besiedelten Gebiete, aus denen die ersten Siedler kamen. Wenn dies

1. Eine in Europa einzigartige Kombination aus Ständer- und Blockbau, der Ständerbohlenbau (nach Hermann Phleps) hat über Jahrhunderte die bäuerliche Architektur in Siebenbürgen bestimmt und als Bauweise bis heute überlebt.

Längsschnitt:
A. Vorraum "hora" B. Lagerraum "crama" C. Keller

Abb. 5.2.
Schnitt durch das unterkellerte Haus eines Weinbauern (Quelle: Astra Museum, Sibiu)

auch weniger auf die Hofanlagen zutreffen mag, die ja immer aus einem sehr pragmatischen bäuerlichen Milieu und weniger aus der römischen Verwaltungs- und Besatzungsarchitektur entwickelt worden sind, so haben doch mit Sicherheit konstruktive und gestalterische Errungenschaften der römischen Baukunst Einfluss genommen. Hermann Phleps erkennt etwa in der in Siebenbürgen typischen Deckenkonstruktion mit sichtbaren gehobelten und profilierten Deckenbalken, die völlig unabhängig von der Dachkonstruktion auf den Traufwänden liegen, die „römische Decke".[10] Die Frage bleibt, ob die Einflüsse römischer Baukunst nun von den Siedlern mitgebracht wurden, oder ob sie nicht vielmehr in der ehemaligen römischen Provinz Dakien überliefert worden sind.

Der Steinbau zieht mit Verzögerung aus den Städten etwa im 16. Jh. in die Dorfarchitektur ein und ersetzt nach und nach die bis dahin üblichen vergänglicheren Holzhäuser, die ja auch in der Stadt die ursprüngliche Bauform bildeten, wie überhaupt die Städte bis in die Neuzeit hinein durchaus ländlich geprägt waren. Stallungen und Gärten sind bis in die jüngste Vergangenheit nachweisbar. Diese Entwicklung ist vor allem auf die Brandgefahr des traditionellen Rauchhauses in Holzbauweise zurückzuführen.

Vom Holzbau zum massiven Steinhaus

1. Wohnhaus in Radeln in Holzbauweise, mit Lehm verputzt und verbrettertem Giebel

2. Wohnhaus in Kalksandstein mit verbrettertem Giebel in Draas

3. Das inschriftlich mit 1508 datierte vermutlich älteste Wohnhaus in massiver Ziegelbauweise in Siebenbürgen in steht in Alzen

Aber der Wandel vom Holzhaus zum Steinhaus verlief über einen längeren Zeitraum und durchaus nicht gleichmäßig. Die älteste mir bekannte Jahreszahl an einem Steinhaus ist mit 1508 in Altina/Alzen überliefert, diese Angabe ist jedoch zweifelhaft und noch nicht durch entsprechende Untersuchungen gesichert. Das älteste Steinhaus in Daia/Talheim stammt aus dem Jahr 1595.[11] Aber noch 200 Jahre später sind viele Häuser mit Stroh und Schindeln gedeckt. Diese zeitliche Begrenzung ist immerhin insofern wichtig, weil damit eine deutliche Zäsur in der Bauweise markiert wird. Es gibt kaum ein Profangebäude aus älterer Zeit, und es ist so eine sehr einheitliche und klar strukturierte Bauform überliefert, die damit auch die Wechselwirkung zwischen Stadt und Land belegt.

Victor Roth hat in den frühen 1920er Jahren die ältesten Häuser in Cilnic/Kelling aufgenommen. Seine Aussagen und Rückschlüsse über das siebenbürgisch-sächsische Bauernhaus treffen nach meinen Erkenntnissen der Instandsetzungsarbeiten an vielen Häusern in einer Reihe von Dörfern Südsiebenbürgens auch auf andere Ortschaften zu, wenn auch dazu noch eine flächendeckende und repräsentative Bestandsaufnahme fehlt:

Die Wohnhäuser sind in massiver Bauweise auf einem Halbkeller oder voll unterkellert aus Bruchstein als Zwei- oder Dreiraumhäuser errichtet. Parallelen zu städtischer Bauweise und ihre Einflüsse sind bereits seit der Gotik nachweisbar[12]

Nach Roth legte der sächsische Bauer des 16. Jh. vor allem Wert auf Sicherheit seiner neuen Behausung.[13] Die massiven und dicken Wände, die schweren Eichenbalken geben den Eindruck einer kleinen Festung, sind aber auch Ausdruck der Unwägbarkeiten der bäuerlichen Bauweise: Inhomogene Materialeigenschaften wie brüchige Steine, weich gebrannte Ziegel in Lehm gemauert oder knästige Stämme, sowie handwerkliche Schwächen und Unsicherheiten lassen sich durch diese Überdimensionierung kompensieren. Dass dies eine vorausschauende Bauweise nicht nur gegen Plünderung und Brandstiftung war und ist, zeigt die Tatsache, dass viele Häuser heute trotz schwerer Schädigungen nach jahrelanger Vernachlässigung immer noch stehen, und nun mit neuem Kleid in alter Würde und Festigkeit erstrahlen.

Abb. 7.1. *Konstruktive Struktur des sächsischen Bauernhauses in Siebenbürgen*

Die für die sächsischen Dörfer so typischen geschlossenen Straßenfronten aus Hausgiebeln und Hofmauern, aus denen die mächtigen Tore ausgespart sind, gepriesen als „Symbol für die Geschlossenheit und zusammenhaltende Treue" der Sachsen, hat es ursprünglich nicht gegeben. Der Bauer des Mittelalters hat sich, wie auch aus den alten Rekonstruktionen zu erkennen ist, mit einem einfachen „Frieden" gegen die Straße begnügt.[14]

Viele Instandsetzungsarbeiten an alten Häusern in anderen Dörfern bestätigen diese Einschätzung: Hofmauer und Tor wurden später an das Haus angefügt. In manchen Gemeinden (z. B. Kelling, Meschen) gibt es Höfe, deren Hofmauer und Tor in einer Flucht vor dem Hause liegt. Hier ist offenbar noch die ursprüngliche Anordnung eines kleinen Vorgartens vor dem Haus ablesbar. Und wiederum ist ein Blick an den Rand der Dörfer hilfreich. Hier ist diese ursprüngliche Dorfansicht noch erlebbar, nicht weil diese Teile älter wären, womöglich aber, weil hier aus wirtschaftlichen Gründen diese Neuerung nicht zur Anwendung gekommen ist.

Auch die Eingangslauben und hofseitigen Anbauten sind spätere Zubauten. Die ursprünglichen Häuser waren von einfachem rechteckigem Grundriss ohne Vor- und Rücksprünge und ohne Zutaten. Die Laubengänge, insbesondere die entlang der Traufseiten sind mit großer Wahrscheinlichkeit der rumänischen Bauweise entliehen.[15] In vielen rumänischen Hausformen ist der überdachte Laubengang typisch. Er wurde dann in sehr verschiedenen Formen auch für die sächsischen Häuser adaptiert und bildet in der Regel zusammen mit der Treppe den Zugang zum Haus. Erst mit dem Aufkommen neuerer Haustypen wie etwa dem traufständigen Wohnhaus oder Durchfahrtshäusern im 19. Jh. sind Lauben und Anbauten bereits bei der Grundrissplanung in das Haus intergriert worden.

Ob auch die Ornamente und Inschriften spätere Zutaten sind, wie Roth für den Ort Kelling nachgewiesen hat, ist für viele Ortschaften nicht eindeutig zu klären. Einerseits erscheint dies für die ältesten Häuser wahrscheinlich, denn das bäuerliche Leben war hart und von Sicherheitsdenken geprägt. Was macht es für einen Sinn, Ornamente an Häusern anzubringen, die ständig von Plünderung und Brandschatzung bedroht waren. Gleichzeitig weiß man aber auch, dass ornamentale Symbole in früheren Jahrhunderten nicht aus formal ästhetischen Gründen verwendet wurden, sondern dass sie eine große Kraft besaßen für die Beschwörung von Wohlstand und Sicherheit, wie für die Abwehr von Gefahr und bösen Einflüssen. Auf diesem Gebiet gibt es sicherlich noch viel zu erforschen, eine wunderbare Grundlage dafür ist mit den Untersuchungen von Gerhard Schuster 1990 erschienen.[16]

Abb. 8.1.
Schematische Grundrissanordnung der Fränkischen Hofanlage in Siebenbürgen

In der Blütezeit der sächsischen Dörfer in Siebenbürgen im 18. und 19. Jh., in der die meisten der heute bestehenden Höfe gebaut wurden, sind alle diese Elemente zu der Einheit zusammengewachsen, die wir heute als das Erbe der Siebenbürger Sachsen bezeichnen. In den letzten beiden Jahrhunderten sind ja auch noch Haustypen hinzugekommen und mit dem Dorfbild verschmolzen, die ursprünglich nicht vorhanden waren, und die die Wechselwirkungen zwischen Stadt und Land repräsentieren: traufständige Häuser zuerst, dann der in der Stadt verdichtete Haustyp, der die gesamte Parzellenbreite einnimmt, das Durchfahrtshaus.
Das Bauernhaus des 20. Jh. präsentiert sich so mit geschlossener Front in hellem freundlichem Kalkanstrich mit Ornamenten, Gesimsen und farbig gestrichenen Fensterläden. Michael Wagner aus Viscri/Deutsch-Weisskirch hat Brauchtum, Dorfleben und die Bestimmung der Räume in lebendigen Bildern beschrieben: „Jedes Haus hat eine große Stube mit Fenstern zur Gasse hin und eine kleine hintere Stube. Dazwischen befand sich der Eingang. Eine große Tür führt in das „Haus“, so nannte man das (diesen kleinen mittleren Herd- und Allzweckraum). Hier befand sich die Mehltruhe mit den zwei Fächern, einem großen für Weizen- und einem kleineren für Maismehl. An den Deckenbalken waren zwei Eisenstangen angebracht, an denen im Winter die geräucherten Bratwürste, Rückenstücke und Schulterknochen vom Schwein hingen. In der einen Ecke führt eine Leiter zum Aufboden, in der anderen eine Feuerstelle unter dem Schornstein, auf der man früher in einem Kessel gekocht hatte. Zwei Türen führen in die vordere und hintere Stube.“[17] Ähnlich detailliert hat bereits 100 Jahre zuvor Franz Friedrich Fronius die Räume des Bauernhauses beschrieben. In der hinteren Stube wohnte und lebte die Familie, während die größere vordere Stube für Feierlichkeiten, Versammlungen und für repräsentative Zwecke vorbehalten war. Hier wurden auch Wertsachen, Trachten, besonderes Gerät und Geschirr aufbewahrt. In manchen Häusern steht hier noch immer der Webstuhl, auf dem das Tuch für Trachten und Teppiche hergestellt wurden.
Der Keller verdient noch eine eigene Betrachtung. In alten rumänischen Bauernhäusern bezeichnet das Wort „celar“ einen eigenen ebenerdigen Speicherraum im Anschluss an das Wohnhaus, wie er vermutlich auch in den ursprünglichen sächsischen Höfen in Gebrauch war.[18]
Unklar ist, wann in der Geschichte die bäuerliche Wirtschaft einen solchen doch recht aufwendig in die Erde gegrabenen Raum eingeführt hat. In Teilen Deutschlands ist mit der Einführung der Kartoffel erst relativ spät im 18. Jh. ein solcher kühler, gleichmäßig temperierter und dunkler Raum nötig geworden. Für Siebenbürgen scheint dies kein Anlass zur Neuentwicklung gewesen zu sein. Erwiesen ist, dass schon sehr früh die auf den Anbau von Wein spezialisierten Landwirtschaften einen tief in die Erde gegrabenen Keller hatten (Abb. 5.2). Es ist zu vermuten, dass der Keller ursprünglich von innen erschlossen wurde. In einem Haus in Draas, das inschriftlich mit 1661 datiert ist, ist ein solcher innerer Kellerzugang noch vorhanden. Mit der Erschließung von außen ist auch ein besonders stabiler und gut gesicherter Eingang verbunden, waren hier doch überlebenswichtige Vorräte gelagert.

Häuserzeile in Roades/Radeln.

Tatsache ist auch, dass die Keller über die Funktion als Vorratsraum hinaus auch dazu dienen, die Wohnräume auf ein trockenes Niveau über das Erdreich zu heben. Ob auch dieser bautechnische Aspekt für die Anlage eines Halbkellers ursächlich war, ist nicht nachweisbar, aber wahrscheinlich.
An das Wohnhaus schließt sich das nicht unterkellerte Wirtschaftsgebäude mit Sommerküche, Schopfen und Ställen an. Eine Besonderheit ist die zum Hof weit geöffnete Sommerküche. Hier spielt sich in den warmen Monaten das Familienleben ab und im Herbst werden hier die Vorräte für den Winter eingekocht und zubereitet. Dahinter bietet ein Schuppen Platz für Wagen, Pflug, Egge und anderes landwirtschaftliches Gerät. In einer Ecke auch der Hühnerstall. Den hinteren Teil dieses lang gestreckten Gebäudes nehmen die Ställe für vier bis sechs Rinder und Kälber ein. Am Ende dieser Hauszeile, neben dem Dunghaufen ist ein separates Holzhäuschen mit dem Plumpsklo.
Der Hof wird nach hinten begrenzt von der Scheune, meistens ein offenes Ständerwerk aus acht Eichenholz-Ständern ohne Schwellen auf Feldsteinen, mit eingeblatteten Kopfbändern und Ankerbalken zusammengesetzt. Hier wird das Heu für den Winter gelagert. Dahinter ziehen sich dann Gemüse und Obstgarten den Hang hinauf. Die Scheune ist zum Garten mit Brettern beplankt und hat hier nur ein niedriges Türchen, um zu verhindern, dass Räuber die Pferde stehlen.
Jeder Hof hat einen Brunnen und auf manchen gibt es einen Backofen oder gar ein Backhaus. Dazu eine Feuerstelle, auf der heißes Wasser für die Große Wäsche oder an Schlachttagen bereitet wurde.
Auf den wohlhabenderen Hofstellen, den Doppelhöfen, gibt es dem Wohnhaus gegenüber an der Straßenfront noch ein weiteres, kleineres Wohnhaus, das Altenteil.
Wie bereits von früheren Hausforschern erkannt, geben oft die ärmeren zurückgebliebenen, unterentwickelten Siedlungsteile in den ganz abgelegenen oder aufgegebenen Dörfern und an den ärmeren Rändern der Siedlungen ein ursprünglicheres Bild als die reichen Höfe.

Entwicklungsgeschichtliche Konstruktionen müssen hinter die wirtschaftlichen Möglichkeiten zurücktreten.[19] Aus diesem Grunde sind eigentlich in allen Siedlungen Häuser unterschiedlicher Entwicklungsstadien bauzeitgleich erhalten. Man kann aber auch noch weitergehen und in dem heute noch üblichen Hausbau der Roma am Rande von Bunesti/Bodendorf eine Bauweise erkennen, wie sie von Phleps beschrieben als Ursprung des sächsischen Hauses anzusehen ist, wenn sich sicherlich auch die kulturellen Rahmenbedingungen, Werkzeuge und Arbeitsweisen deutlich unterscheiden.
Auch innerhalb der Hofanlagen sind Baukonstruktionen unterschiedlicher Entwicklungsstufen deutlich ablesbar. Während vor allem die Wohnhäuser den Bedürfnissen entsprechend angepasst und modernisiert worden sind, haben sich in Nebengebäuden oft sehr alte Konstruktionen erhalten, die in den Quellen der Hausforschung bislang offenbar unberücksichtigt geblieben sind. Beispielhaft sei hier der Stall aus Viscri/Deutsch-Weisskirch Nr. 36 genannt, eine Mischkonstruktion aus Ständer- und Blockbauweise wie sie auch den überlieferten Ursprüngen entspricht.
Zusammenfassend kann man sagen, dass zu jeder Zeit in einem Dorf, einem Hof, einem Haus mehrere Entwicklungsstufen oder Epochen der Baukunst gleichzeitig vorhanden sind, sowohl in zeitlicher Schichtung als auch qualitativ, sowohl in Bezug auf die Gebäudetypologie, als auch auf die handwerkliche konstruktive Durchbildung. Hier kann nur eine Untersuchung der einzelnen Häuser und Höfe Aufschluss geben.

Abb. 10.1. Reihung und Spiegelung giebelständiger Häuser, darunter ein traufständiges und ein Durchfahrtshaus späterer Bauweise.

2. Eine seltene Form der Spiegelung zweier Häuser unter einem Dach in Biertan/Birthälm.

3. Das Foto links zeigt einen Stall- und Schuppenbau in Viscri/Deutsch-Weiss-kirch, der unterschiedliche Konstruktionsformen miteinander vereint: Ständer- Block und Ständerbohlenbauweise. Es erfüllt damit die Kriterien der Umgebindebauweise.

Bauerhalt und Schadenskategorien

Wartung und Instandhaltung

Die Instandhaltung und Wartung der Gebäude und ihres Umfeldes ist wesentlicher Bestandteil alter Gebäude. Diese Notwendigkeit war immer so und kann auch heute nicht mit der Aussicht auf wartungsfreie Bauelemente, Beschichtungen oder Bauweisen außer Kraft gesetzt werden, denn diese erweisen sich allesamt als leere Versprechen industrieller Hersteller, die ihre Neubauprodukte auch für alte Häuser an den Bauherrn bringen wollen.
Das wartungsfreie Fenster, den dauerhaften Anstrich gibt es nicht, es ist immer neu eine Frage der zeitlichen Abstände, in denen Pflege- und Wartungsarbeiten gemacht werden sollten.
So muss das Dach jährlich auf Dichtigkeit geprüft und wenn nötig einzelne Dachziegel ersetzt werden. Ebenso muss die Drainage der Hoffläche laufend instand gehalten und von schädlichem Bewuchs befreit werden. Auch Putzflächen und Kalkanstriche bedürfen der jährlichen Prüfung und ggf. eines Überholungsanstriches, um größere Folgeschäden zu vermeiden.
Der Hausbesitzer sollte auch die Fundamente der Scheunen und Nebengebäude im Blick behalten, um sie bei Bedarf rechtzeitig ohne Folgeschäden zu richten. Tore und Verbretterungen sind der Witterung ausgesetzt und müssen bei Bedarf ausgebessert werden.
Alle diese Maßnahmen der kontinuierlichen Instandhaltung dienen nur dazu, größere Schäden und damit Wert- und Komfortverlust und schließlich hohe Kosten zu vermeiden. Es ist schon fatal zu beobachten, wie an vielen Häusern etwa eine Leckage in der Dachdeckung, die mit wenigen Handgriffen und Dachziegeln mit einem Kostenaufwand von wenigen Lei gedichtet werden kann, über lange Zeiträume unbehandelt bleibt, bis die Holzkonstruktion darunter so geschädigt ist, dass ein Einsturz droht. Eine Reparatur ist dann nur noch mit großem Aufwand und hohen Kosten möglich.

1. Hier werden dem Frühjahrsputz auch die Fenster unterzogen. Das fördert eine hohe Lebensdauer und sorgt für fehlerfreie Funktion.

2. Die Pflege von Wegen und Oberflächendrainagen ist obligatorisch für ein gebäudefreundliches Umfeld.

Schadenskategorien

Zu Zeiten Roths und auch noch Capesius´ waren Bauschäden nur ein zweitrangiges Problem. Die Häuser waren in einem zeitgemäßen Zustand ohne besondere Mängel und wurden regelmäßig unterhalten. Mit Sorge betrachtete man den schleichenden Verlust reiner ländlicher Volkskunst, der Möbel, Einrichtungen und Bräuche im Austausch mit städtischen Formen und Gegenständen. Dieser Wandel wird heute, nach den demografischen Veränderungen der vergangenen Jahrzehnte, kaum noch bedauert.
Gleichwohl haben die Veränderungen für die Häuser eine Reihe von Problemen gebracht: Vernachlässigung, Leerstand, unklare Besitzverhältnisse, unangemessene Nutzungen (in einem alten Wohnhaus in Viscri/Deutsch-Weisskirch etwa war über einen längeren Zeitraum eine Schafherde einquartiert). Viele Häuser, ganze Dörfer waren und sind in ihrem Bestand gefährdet. Für viele ältere Hausbesitzer hat sich die Situation aufgrund der angespannten wirtschaftlichen Lage verschärft, sodass das Thema Bauschäden beachtlich an Bedeutung gewonnen hat.

Schadenskategorien

Das Thema Bauschäden kann man aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten. Eine Beschreibung als Grundlage für ihre Behebung kann man einfach nach Bauteilen vornehmen: Schäden an der Dachdeckung, der Dachkonstruktion, am Putz und am Mauerwerk, an Gewölben, der Balkenlage, an Fenster und Türen usw. Wichtiger als die Beschreibung ist aber die Analyse der Schäden, die Frage nach den Ursachen und deren Beantwortung. Denn nur mit der Beseitigung der Schadensursachen können auch die Schäden dauerhaft behoben werden. Eine technische Betrachtung von Ursache und Wirkung führt zu folgenden Kategorien typischer Schäden:

- Bauschäden durch Spritzwasser und Salzeintrag im Sockelbereich
- Bauschäden durch kapillaren Feuchteeintrag und Sickerwasser in erdberührte Bauteile infolge ansteigender Feuchtigkeit im Untergrund
- Bauschäden durch eindringende Feuchtigkeit an schadhaften Stellen der Dachhaut und der Dachentwässerung
- Schäden durch Setzungen, Verformungen, statische Mängel
- Schäden durch mechanische Ursachen, z. B. den Anprall von Fahrzeugen an die Sockel der Toreinfahrten
- Schäden durch tierischen und pflanzlichen Befall
- Schäden durch Nutzung, z. B. Versalzung der Wände in Ställen

Sehr häufig können Schäden auf mehrere gemeinsame Ursachen zurückgeführt werden, die dann auch noch in kausalen Ketten miteinander in Beziehung stehen. Eine solche einfache Kausalkette ist in Abb. 43.5 dargestellt. Etwas komplizierter, aber ebenso fatal dieser Zusammenhang: Eine ungenügende Oberflächendrainage führt zu starker Durchfeuchtung des Untergrundes und der Keller läuft gelegentlich voll. Dadurch quillt und schrumpft der lehmige Untergrund und diese Bewegungen erzeugen Risse im Mauerwerk. Die hohe Bodenfeuchtigkeit setzt sich im Sockelmauerwerk fort, zieht im Ziegelmauerwerk nach oben, der Feuchtehorizont steigt an. Die mit der dauerhaften Feuchtigkeit einhergehende Versalzung des Mauerwerks wirkt hygroskopisch und zieht noch mehr Feuchtigkeit aus der Luft in die Wände. Die Feuchtigkeit ist inzwischen in die Bodenbereich der Wohnräume gezogen und kühlt die Wände in diesem Bereich ab. Schließlich führt das Temperaturgefälle im Raum zur Kondensation der warmen Raumluft an den kalten Wandpartien mit zusätzlichem Feuchteeintrag. Schimmelpilze entstehen auf und in der Wand, die Balkenköpfe verrotten und versagen am Ende: Die Decke stürzt ein. Dieses Schreckenszenario läuft so oder ähnlich an vielen Häusern langsam ab, wenn nicht an den richtigen Stellen eingegriffen wird.

Daher kann man aus einer anderen, eher handlungsorientierten Sicht noch eine weitere Einteilung von Bauschäden erkennen, die gerade in den letzten Jahren relevant erscheint:

- Schäden durch unterlassene Instandhaltung
- Schäden durch fehlerhafte oder mangelhafte Handwerksleistung
- Falsch geplante Maßnahmen, insbesondere der Einsatz ungeeigneter Materialien und Bautechniken.

Mit zunehmender Bautätigkeit nimmt gerade auch diese Kategorie der Bauschäden vehement zu. Mit den besten Absichten werden mitunter fatale Fehler mit katastrophalen Folgen für das alte Haus begangen.

Fallbeispiele:

1. An der alten Mühle in Deutschkreuz hatte man das ausgehöhlte Mauerwerk am Sockel mit Beton vergossen, um so die geschwächte Mauerwerkszone zu stabilisieren. Mit der Zeit ist jedoch dieser Verguss aufgrund der unterschiedlichen Materialspannungen bei gleichzeitig starker Haftung auf dem Untergrund mit weiteren Schichten (Schalen) des Mauerwerks wieder herausgebrochen. Die nun in einem Streifen im Sockelbereich weit über die Hälfte zerstörte Wand ist schließlich in diesem Sockelbereich eingesackt.

2. Ein typischer Schaden entsteht bei der Wärmedämmung von Dachflächen beim Dachausbau. Wird mit mineralischen Dämmfilzen gearbeitet und die Dampfsperre nicht sehr sorgfältig an allen Anschlüssen gedichtet, bildet sich Kondenswasser in der Konstruktionsebene, die nicht entweichen kann und zur Verrottung der Holzelemente führt. Dächer, die Jahrhunderte schadlos überstanden haben, können auf diese Weise in kurzer Zeit zugrunde gerichtet werden.

Die Perspektive eines Hauses zeigt eine Reihe der typischen Schäden:

1. Feuchter, geschädigter oder abgewetterter Putz im Sockelbereich. Folge:
2. Freiliegendes Ziegelmauerwerk mit fortschreitendem Substanzverlust (→ S. 41; Abb. 43.5)
3. Auswaschen der Fugen im Bruchstein- Sockelmauerwerk mit fortschreitendem Verlust einzelner Steine und Auflösung des gesamten Mauerverbandes
4. Anwachsendes Erdreich mit Durchwurzelung der Fugen und fortschreitendem Verlust an Fugenmörtel
5. Schalenbildung von Zementputzflächen mit eindringendem Regenwasser in die Fugen zwischen Mauerwerk und abgelöster Putzschale. Folge: Der Zementputz bricht eine Mauerwerksschale aus dem Verband mit erheblicher Schädigung des Ziegelmauerwerks bis zum Einsturz (Abb. 49.1).
6. Abriss der Fassade von den Traufwänden, Entfestigung des Mauerverbandes. Folge: Einsturzgefahr
7. Abriss der Hofmauer mit dem Tor vom Haus
8. Setzung des Mauerpfeilers zwischen Tor und Gassentür wegen geringer Fundamentfläche, dadurch Bewegungen im Mauerverband und
9. Rissbildungen über der Gassentür und am Torsturz
10. Zerstörung des Sockelmauerwerks an den Seiten der Toreinfahrt durch Anprall von Fahrzeugen
11. Bewegungen, Neigen oder Kippen der Hofmauer infolge fehlender Queraussteifung und geringer Fundamente
12. Ungenügende Oberflächendrainage des Hofes. Folge: Feuchter Untergrund, Ansteigen des Grundwasserspiegels, Sickerwasser, eventuell vollaufender Keller
13. Rissbildung in der Wandfläche über Gewölben und Öffnungen
14. Neigen oder Kippen des Giebels, meistens nach innen, dadurch verstärkt
15. Starke Durchfeuchtung und Schädigung der Putzflächen am Giebel, besonders im Anschluss an das Giebelgesims. Folge: wie 2.

Typische Bauschäden

Abb. 13.1.
Typische Schadensbereiche am Haus

16. Zerbrochene, verrutschte, spröde oder fehlende Ziegel des Giebelgesimses. Folge: Durchfeuchtung und fortschreitende Auflösung des Gesimsmauerwerks und der Giebelwand, Verlust des Gesimsprofils, Schädigung der Fenster
17. Zerbrochene, verrutschte, spröde oder fehlende Ziegel des Ortgangs, insbesondere der halben Randziegel. Folge: Verlust des Ortgangprofils, Schädigung und Auflösung des Giebelmauerwerks, Schädigung durch Pilzbefall der Dachsparren und des Dachstuhles in diesem Bereich.
18. Der Anschluss des Hofmauerdaches an die Traufwand, das Gesims oder das Hauptdach bringt häufig Probleme einer schadensfreien Dachentwässerung. Hier sind Einzelfalllösungen erforderlich.
19. Zerbrochene, verrutschte, spröde oder fehlende Ziegel in der Dachfläche. Alle darunter liegenden Bauteile und Gegenstände können erheblichen Schaden nehmen.
20. Gebrochene oder fehlende First- oder Gratziegel. Folge: punktuelle Schädigung der Firstpfette, des Gratsparren oder des gesamten Dachstuhles.
21. Zerbrochene, verrutschte, spröde oder fehlende Ziegel der Traufe. Die Traufe ist besonders gefährdet, weil hier das Regenwasser der gesamten Dachfläche abfließt. Folge: Verlust des Traufprofils, Schädigung und Auflösung des Mauerwerks, Schädigung durch Pilzbefall der Sparrenfüße, der Dach- und Deckenbalkenköpfe, der Dachschwelle bzw. Mauerlatte.
22. Durchhängende, löchrige oder mit falschem Gefälle montierte Regenrinne, fehlende oder verrutschte Blechteile der Dachentwässerung, fehlende Verlötungen. Folge: wie 21.
23. Fallrohr mit offenem Auslauf gegen die Wand. Folge: sehr starke Durchfeuchtung der Wand, Substanzverlust bis zum Einsturz.
24. Fehlender Anschluss der Dachfläche an aufgehende Wandflächen. Gefährdung je nach Lage zur Wetterrichtung, Dachüberstand und Hinterlüftung des Raumes darunter. Punktuelle Schädigung der Holzbauteile.
25. Fehlender oder unzureichender Anschluss des Daches an den Schornstein. Folge: Schädigung von Sparren, Wechseln und Traufbereich unter dem Schornstein.
26. Defekter Schornsteinkopf. Folge: schlechter Zug, Einsturzgefahr
27. Unzureichende Dichtung der Kehle bei Dachaufbauten oder Dachanschlüssen.

Weitere spezifische Schadensfälle sind in den einzelnen Abschnitten dargestellt.

Fotos Seite 14.

Drei Beispiele komplexer Schadensbilder an Fassaden, die auf traditionelle Weise wiederhergestellt worden sind in

1.+2. Malancrav/Malmkrog,

3.+4. Saschiz/Keisd und

5.+6. Crit/Deutschkreuz.

Fotos Seite 15.

1. *Aufgegebenes Haus in Drauseni/ Draas*
2. *Überwucherte Reste von Holz- und*
3. *Natursteinwänden werden zur Landschaft*
4. *Überwachsene Laube im Garten des Pfarrhauses in Deutsch-Weisskirch.*

Zum Schluss holt sich die Natur ihren Teil. Es nicht ganz einfach, eine Grenze zu ziehen zwischen einem reparierbaren Schaden an einem nutzbaren Gebäude und dem Zustand, der es zur unrettbaren Ruine macht.

Es ist ein Vorteil und wichtiger Aspekt traditionell gebauter Häuser, dass sie am Ende ihres Lebenszyklus nach dem Abzug all jener Teile, die wieder verwertet werden, zu dem zerfallen können, aus dem sie gemacht sind: Steine und Erde.

Die Spuren verblassen und zurück bleibt Landschaft, die in ihrer kleinteiligen Struktur eine ganze Palette mikroklimatischer Lebensräume für Pflanzen und Kleintiere zum Überleben bietet.

Diese Ästhetik des Zerfalls können aber nur Strukturen traditioneller Bauweise erreichen. Moderne Bauweisen mit ihren teilweise dauerhaften Baustoffen, Kunststoffen und Verbundmaterialien schaffen das nicht, sie müssen als Sondermüll entsorgt werden.

Mauerwerk und Putz

Das Thema Mauerwerk und Putz ist höchst komplex. Ihre Geschichte führt bis zu den Anfängen der Zivilisation zurück und die Literatur dazu füllt Bibliotheken. Es ist auch nicht ganz einfach, eine plausible Gliederung für die Einzelthemen zu finden, allein die Trennung von Mauerwerk und Putz würde nicht der Wirklichkeit gerecht, denn verputztes Mauerwerk zeigt andere Eigenschaften und Schäden als unverputztes, und Putz ist allein gar nicht vorstellbar, sondern nur auf Wänden, die allerdings nicht unbedingt aus Mauerwerk, sondern etwa auch aus Fachwerk, Lehmstakung, gestampftem Lehm, Strohballen oder Holzbohlen bestehen können.

Ebenso würde eine Einteilung in die verwendeten Materialien, in erdberührtes und nicht erdberührtes Mauerwerk, in raumabschließende und frei bewetterte Mauerwerkskonstruktionen oder in tragende und nicht tragende Wände die Wirklichkeit nicht zutreffend wiedergeben, weil gleiche Konstruktionen sowohl der einen wie der anderen Gruppe zuzuordnen sind.

Des Weiteren haben sich die Anforderungen an Wandkonstruktionen im Laufe der Geschichte verändert. Vor allem in der jüngeren Vergangenheit haben die Anforderungen z. B. an Dichtigkeit und Wärmeschutz an Bedeutung gewonnen, die in früheren Zeiten weniger hoch bewertet worden waren.

Daher werde ich mich auch in diesem Abschnitt auf die typischen Erscheinungsformen des heute überlieferten Bauernhauses in Siebenbürgen beschränken und Reparaturmaßnahmen aus dem Blickwinkel des behutsamen Erhalts beschreiben. Dafür wähle ich eine Gliederung nach dem Grundmuster Bestandsbeschreibung – Typische Schäden – Instandsetzungsmaßnahmen. In den einzelnen Abschnitten werden die wichtigsten Aspekte im Detail behandelt, die dann analog auch für andere Abschnitte gelten.

Fotos Seite 16.

1. *Putzproben auf Ziegelsteinen*
2. *Profilierter Neuputz einer Fassade*
3. *Mischmauerwerk auf einem Natursteinsockel – Rückwand eines Bauernhauses*
4. *In Regionen mit großen verwertbaren Bruchsteinvorkommen sind die Häuser oft ausschließlich aus diesem Material gebaut. (hier: Arkeden)*

Mineralische Baumaterialien
Bruch- und Naturstein

Die Materialien für Mauerwerke sind regional sehr unterschiedlich. Größe und Art der Gesteinsvorkommen haben in besonderem Maße das architektonische Bild der historischen Siedlungen geprägt. Selbst in der überschaubaren Region Siebenbürgen sind unterschiedliche Formationen deutlich am Siedlungsbild ablesbar. In den östlichen Landesteilen finden sich gesteinsreiche Regionen mit Tuff- und Kalksteinen, im Weinland sind Sandsteine von unterschiedlichen Schichtungen und Eigenschaften vorherrschend. In den gebirgsnahen Flusstälern sind auch Hartgesteine zu finden. Diesen kleinräumlichen Vorkommen entsprechend sind dann auch die Häuser aus dem Gestein gebaut.

Der Sandstein der Kirchenburg in Frauendorf ist anlässlich der Schadensdokumentation genauer untersucht worden. Er ist mit großer Wahrscheinlichkeit den tertiären Beckensedimenten des pannonisch –transsilvanischen Beckens zuzuordnen. Wie bei vielen tertiären Sandsteinen der spätalpidischen Molassebecken, verleihen auch hier grüne Glaukonitminerale dem Gestein seine grünlichen Färbungen (Foto 17.1).[20]

Kalksandstein ist überall in der Region sichtbar. Es handelt sich hierbei um Schichtenlagen von 20–70 cm Schichtdicke, die in der Erdkruste unter Druck physikalisch und chemisch verfestigt und verdichtet wurden mit Zwischenlagen aus schwach verfestigten Sedimenten derselben stratigraphischen Abfolge. Bei Hanganschnitten ragen die festeren Lagen über die Lockersedimente heraus.

Die meisten Gesteinsarten kommen in der Natur in zwei Formen vor:

- Flusssteine werden wie der Name schon sagt aus Schwemmlagen und Flussbetten gewonnen. Sie sind im Laufe des natürlichen Transportweges vom Gebirge ins Tal zerkleinert und abgeschliffen worden und haben ovale und runde Formen. Diese Steinform eignet sich weniger zur Herstellung von Mauerwerk, sondern wurde hauptsächlich für Pflasterungen eingesetzt. Gleichwohl sind die größeren Steine auch in Fundamenten und Mauerwerken eingebaut worden, obwohl ihre Form schlechte Lager- und Außenflächen bietet. Zur Verwendung im Mauerwerk müssen sie daher bearbeitet, oder mit Binderschichten aus Ziegelmauerwerk kombiniert werden (Fotos 16.3; 17.4).
- Bruchstein wird an geeigneten Stellen aus oberflächennahen Geländebrüchen abgebaut. In neuzeitlichen Steinbrüchen werden die Steine auch mit schwerem Gerät aus tieferen Berglagen gebrochen. Diese Steine sind lagerhafter, sie haben zwei mehr oder weniger parallele Flächen, sodass sie besser in Schichten verlegt werden können. Je nachdem sie frisch gebrochen oder bereits in einem Verwitterungsprozess im oberflächennahen Erdreich geborgen wurden, haben sie mehr oder weniger scharfe Kanten. Insbesondere Sandsteine sind in der Regel in Schichten (Sedimentlagen) gewachsen und gebrochen. Bei der Verwendung als Baumaterial ist darauf zu achten, dass diese Schichtung auch im Mauerverband wieder horizontale Lagerschichten bildet.
- Eine geologische Zwischenstufe der beiden o.g. Formationen bilden die Steine die in der Landschaft in den Hügeln verstreut zu finden sind. Sie sind bereits fortgeschritten verwittert, aber noch relativ kantig und eignen sich daher gut zum Aufschichten zu Mauerwerk.

Sandsteine sind auch in unterschiedlich großen runden Knollen zu finden. Im Anschnitt erkennt man, dass diese Gesteinsformation um einen Kern herum konzentrisch gewachsen ist (Foto 17.2).

Fotos Seite 17.

1. *In Sedimentlagen aufgebaute Gesteinsschichten*
2. *Im Anschnitt erkennt man die Sedimentanlagerungen, die eine Sandsteinknolle gebildet haben.*
3. *Bruchstein ist ein wertvoller Baustoff auch in der Wiederverwertung.*
4. *Flusssteine sind in der Regel Hartgesteine, die auf ihrem Transportweg im Flussbett rund geschliffen wurden. Aufgrund der runden Geometrie sind sie für Mauerwerk nur bedingt in Verbindung mit Schichten aus Ziegelsteinen geeignet.*
5. *Flusssteine werden vornehmlich für Pflasterungen eingesetzt.*

Der Baustoff Lehm

1. Siedlungsnahe Beschaffung von Baumaterialien wie Lehm und Steinen mit Pferd und Wagen

Lehm ist seit über 9000 Jahren als Baustoff in Gebrauch. Er ist praktisch überall ohne aufwendige Transportwege verfügbar und daher als kostengünstiger und höchst naturverträglicher Baustoff anzusehen. In nahezu allen Kulturen wurde und wird Lehm zum Bauen verwendet. In den Industrieländern, in denen allzu sorglos mit den Ressourcen der Erde umgegangen und mit einer zentralisierten, kapital- und energieintensiven Produktion Energie vergeudet, Arbeitsplätze vernichtet und die Umwelt in großem Maßstab verschmutz wird,[21] ist dieser Baustoff zunächst im Zuge eines vermeintlichen Fortschritts und unter dem Druck industrieller Lobby verdrängt und durch industrielle Baustoffe wie Beton, Kalksandstein und Porenbeton ersetzt worden. Aber immer mehr Baudamen und Bauherren fordern ein Energie und Kosten sparendes Bauen, legen Wert auf gesundes und ausgeglichenes Raumklima und erkennen, dass der Lehm in vieler Hinsicht den industriellen Baustoffen überlegen ist. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse bestätigen seine hervorragenden bauphysikalischen Eigenschaften zur Verbesserung des Wohnklima, sodass in einigen Ländern der Baustoff Lehm eine angemessene Renaissance erfährt.

Auch in Siebenbürgen hat das Bauen mit Lehm eine lange Tradition. Leider wird dies heute als minderwertige Bauweise der Roma betrachtet und nicht weiterentwickelt. Vermutlich muss diese Technologie erst einmal verloren gehen, um dann später wieder über den Umweg der hoch entwickelten Industrieländer eingeführt zu werden, bevor man hierzulande wieder die Vorteile der Lehmbauweise zu schätzen lernt.

Im Vergleich zu den üblichen, industriell gefertigten Baustoffen hat Lehm drei Nachteile:[22]

Lehm ist kein genormter Baustoff

Lehm ist eine Mischung aus Ton, Schluff (Feinsand) und Sand mit anderen gröberen Beimischungen wie Kies oder Steinen. Je nach Fundort hat er sehr unterschiedliche Eigenschaften, die vor einer Verwendung erst einmal untersucht und in seinen Bestandteilen analysiert werden müssen. Gerade in Siebenbürgen variieren die Tonvorkommen sehr stark hinsichtlich ihres Tongehaltes, dessen Zusammensetzung und Beimengungen. Vielerorts sind aber die in der Vergangenheit verwertbaren Vorkommen und deren Eigenschaften durchaus noch bekannt, denn man kann davon ausgehen, dass in den meisten Siedlungen auch die Ziegel vor Ort hergestellt und gebrannt worden sind. Mit Sicherheit baut das Wissen um gute und für die verschiedenen Einsatzgebiete verwertbare Ton-, Lehm- und Sandvorkommen auf alte Traditionen auf und war elementarer Bestandteil der dörflichen Baukultur.

Den „Nachteil" der nicht normgerechten Eigenschaften teilt sich dieser Baustoff mit anderen elementaren Materialien alter Häuser: Bruchstein entspricht ebenso wenig festgelegten Qualitätsnormen wie handgefertigte Ziegelsteine oder Mörtelzuschläge.

Lehm schwindet beim Trocknen

Die Verdunstung des Anmachwassers, das notwendig ist, um Lehm zu verarbeiten und seine Bindekraft zu aktivieren, reduziert sein Volumen und es entstehen „Trocken-„ bzw. „Schwundrisse". Das lineare Trockenschwindmaß, das die Verkürzung eines prismatischen Probekörpers beim Austrocknen angibt, beträgt bei Naßlehmverfahren etwa 3–12% und beim Stampflehm 0,4–2%. Das Schwundmaß kann jedoch durch eine Optimierung der Zusammensetzung deutlich reduziert werden.

Lehm ist nicht wasserfest

Lehm muss daher insbesondere in feuchtem Zustand vor Regen und Frost geschützt werden. Dies kann durch konstruktive Maßnahmen (Dachüberstand) wie durch eine entsprechende Oberflächenbehandlung (z. B. streichen mit Kalkfarbe) erreicht werden.

Diesen Nachteilen des Baustoffs Lehm steht eine ganze Reihe von Vorteilen gegenüber:

Lehm reguliert die Feuchtigkeit

Lehm kann relativ schnell Feuchtigkeit aufnehmen und diese auch wieder abgeben. Messungen an der Universität Kassel haben ergeben, dass ungebrannte Lehmsteine etwa 30–mal so viel Feuchtigkeit aufnehmen wie gebrannte Ziegel, ohne dabei feucht zu werden (→Ausgleichsfeuchtigkeit S. 35). Dadurch wird die relative Feuchtigkeit der Raumluft permanent auf einem gleichmäßigen Niveau von etwa 50% gehalten. Diese konstante Luftfeuchtigkeit erzeugt ein angenehmes und gesundes Raumklima, verhindert ein Austrocknen der Schleimhäute, reduziert die Feinstaubbildung und beugt so Erkältungskrankheiten vor.

Lehm speichert Wärme

Wie andere massive Baustoffe hat Lehm ein sehr hohes Speichervermögen. Dieses Speichervermögen dämpft die Amplituden von Wärme und Kälteeinwirkung (hält nachts warm und an heißen Tagen kühl) und trägt zur „passiven Sonnenenergienutzung" bei. Diese vorteilhafte Speicherfähigkeit ist in den alten Häusern ganz bewusst in den Deckenkonstruktionen eingesetzt worden (→S. 128, 136).

Lehm ist stets wiederverwendbar

Lehm kann jederzeit wieder mit Wasser formbar gemacht und wiederverwendet werden.

Lehm konserviert Holz

Bedingt durch seine niedrigere Gleichgewichtsfeuchte bis zu 6 Gewichtsprozenten ist Lehm in der Lage, Feuchtigkeit aus dem Holz aufzunehmen und es dauerhaft trocken zu halten. Kein anderer Baustoff hat so ausgeprägte Konservierungseigenschaften.

Lehm bindet Schadstoffe

Es wurde häufiger davon berichtet, dass Lehm die Raumluft reinigt. Dieses Phänomen beruht jedoch auf subjektiver Wahrnehmung und ist bisher nicht wissenschaftlich erwiesen. Jedoch ist belegt, dass Lehm in Wasserdampf gelöste Schadstoffe aus der Luft absorbieren kann.

Die Fähigkeit der Tonminerale, Schadstoffe zu binden, wird auch von der Industrie genutzt. Auf diese Weise kann etwa phosphathaltiges Abwasser gereinigt werden.

Lehm spart Energie und verringert Umweltverschmutzung

Lehm benötigt zur Aufbereitung und Verarbeitung nur sehr wenig Energie. Er braucht nur etwa 1% der Energie, die für die Herstellung von Mauerziegeln oder Beton aufgewendet werden muss und ist daher sehr umweltfreundlich.

Lehm spart Baumaterial, Bau- und Transportkosten

Lehm kann in der Regel ortsnah oder direkt mit dem Bodenaushub für das neue Bauwerk beschafft werden.

Lehm eignet sich für den Selbstbau

Lehm ist sehr einfach zu verarbeiten und bedarf nur eines geringen Geräteaufwandes. Gleichzeitig ist die Verarbeitung sehr arbeitsaufwendig und eignet sich daher besonders für den Selbstbau.

Einsatzgebiete für den Baustoff Lehm

Lehm eignet sich auch heute noch für eine ganze Reihe von Einsatzgebieten:

Für Wandkonstruktionen

Lehm kann mit Schalungen in Stampflehmbauweise zu monolithischen Wandkonstruktionen aufgebaut oder mit vorgefertigten Lehmblöcken in herkömmlicher Bauweise vermauert werden (Foto 19.1–3). Dies ist eine noch heute verwendete Bauweise. Auch das Ausfachen von Fachwerkskonstruktionen mit Lehm auf geflochtenen Unterkonstruktionen ist in den Roma-Siedlungen ebenso gebräuchlich wie der Bewurf von Bohlenwandkonstruktionen oder das Verstreichen der Fugen im Blockbau. Alle diese Techniken sind früher auch in den sächsischen Bauernhäusern zur Anwendung gekommen (Fotos S. 3.2–3; S. 18.2–4.; S. 140.2–3). Sie sind jedoch sehr speziell und bedürfen einer genaueren Beschreibung, die den Rahmen dieses Buches sprengen würde, sodass hier nur ein grober Überblick gegeben werden kann.

Für Füllungen in Deckenkonstruktionen und Wänden als Leichtlehmmischungen mit Stroh zum Schall und Wärmeschutz, sowie zum Feuchteausgleich (→S. 138; Fotos S. 139.1-3; S. 19.4).

Als lehmgebundene Bodenplatten und Stampflehmböden (→S. 145)

Für den modernen Wohnungsbau sind vor allem folgende Einsatzgebiete interessant und in Siebenbürgen noch kaum entwickelt:

Vorgefertigte Leichtlehmblöcke aus einem Stroh-Lehmgemisch mit einer Rohdichte von etwa 400-600 kg/m³ zur nachträglichen Innendämmung oder für Trennwände, die insbesondere für hochwertige Ausbauten von Ställen gebraucht werden.

Innenputze mit speziellen Lehmmörteln mit Zusätzen aus Hanf-, Dinkel- oder Strohhecksel. Insbesondere für Innenputze ist Lehmputz eine ökologisch wie ökonomisch sinnvolle Alternative zum Kalkputz.

Eine weitere Entwicklung und bauphysikalische Bestimmung von Leichtlehmen mit lokalen Zusätzen wie porösem Vulkangestein wäre sehr sinnvoll, um in Zukunft steigenden Ansprüchen gerecht zu werden. Hier ist ein weites Feld für kreative Entwicklungen in der Region gegeben.

Fotos Seite 18.

2.–4. Drei Beispiele für Wandkonstruktionen aus senkrechter raumhoher Stakung, Weidengeflecht und Lehmbewurf, auch mit Ziegelsplittern versetzt als überlieferte mittelalterliche Bauweise

Fotos Seite 19.

1–3. Lehmbau heute: Herstellung von Lehmblöcken in Holzschablonen, Wandkonstruktion mit Lehmblöcken und in Verbindung mit Bruchstein,

4. Strohlehm-Wärmedämmung in Ziegelmauerwerk

Mauerziegel

Fotos Seite 20.

1. Tonmühle der Ziegelmanufaktur in Orlat, gebaut nach dem
2. Prinzip des Tonschneiders, der im 18. Jh. in Holland erfunden lange Zeit als Standardgerät zur Tonaufbereitung galt. (Quelle: Restaurator im Handwerk, Ausgabe 2/2010 S. 7)
3. Formgebung des aufbereiteten Tons in einer Holzform für Mauerziegel.
4. Nach dem gleichen Prinzip, nur sorgfältiger, mit sehr homogenem Gemisch und mit Anformung der Tragnase werden handgestrichene Dachziegel hergestellt.
5. Auf die Trocknungsphase folgt das Stapeln der Rohlinge in den Ofen, unten die Mauerziegel, darüber in versetzten Paketen die Dachziegel
6. Blick in den Brandkanal eines Meilers mit Holzfeuerung

Aus dem Baustoff Lehm entsteht durch den Brennprozess das erste Baumaterial als standardisiertes Massenprodukt, der Mauerziegel. Es ist kaum anzunehmen, dass die Mauerziegel früher mit Pferd und Wagen über weitere Strecken zu den Baustellen transportiert worden sind, vielmehr kann man davon ausgehen, dass bei den siedlungsnahen Lehm- und Tonvorkommen Feldbrandöfen errichtet und die Ziegel vor Ort hergestellt wurden. Für die Herstellung guter Ziegel sind drei Komponenten von Bedeutung:

1. Ein verwertbares und ausreichendes Tonvorkommen mit einem für die Ziegelherstellung geeigneten Mischungsverhältnis aus Tonmineralien, Schluff und Sand.

2. Die Aufbereitung, Formgebung und Trocknung. Der Rohstoff Lehm muss ggf. mit fettem Ton angereichert oder mit Sand abgemagert und von organischen Verunreinigungen gereinigt werden. Ein gutes Durchkneten (Homogenisieren) ist Voraussetzung für einen festen und dauerhaften Mauerziegel. Wurde dieser Arbeitsgang nicht sorgfältig durchgeführt entstehen Schlieren und Lufteinschlüsse. Dies führt beim Brennprozess zu ungenügenden und ungleichmäßig ausgebildeten Gefügebindungen, wodurch die Ziegel besonders witterungsanfällig sind (Foto S. 21.4, 48.1). Bei diesem Arbeitsgang wurden mitunter Zusätze wie Ziegelsplitter oder Kalk beigemischt (Fotos S. 21.5, 48.3). Nach der Formgebung der aufbereiteten Rohmasse, die in der Regel in Holz- oder Metallrahmen gepresst und abgezogen wird, müssen die Rohlinge gleichmäßig getrocknet werden, um Schwundrisse zu vermeiden, um schließlich im Ofen so aufgestapelt zu werden, dass ein gleichmäßiger Brand möglich wird.

3. Der Brand erfolgt in vier Phasen: der Anwärmphase bis etwa 400°C, der Aufheizphase bis etwa 850°C, dem Garbrand bei 850-1250°C und der Abkühlphase.[23] Alle vier Phasen müssen zeitlich aufeinander abgestimmt sein, weil hier jeweils spezifische physikalische und chemische Prozesse ablaufen. Ein zu schnelles Aufheizen etwa führt zum Platzen der Ziegel, weil das enthaltene Wasser nicht gleichmäßig entweichen kann, ein zu schnelles Abkühlen kann zu Kühlrissen führen. Die Garbrandtemperatur schließlich überführt den ursprünglichen plastischen Lehmformling in einen festen keramischen Scherben.

In einem Feldbrandofen ist die Einhaltung dieser Temperatur allein aufgrund der Bauweise kaum möglich. Die Öfen werden durch Feuerungskanäle mit Holz befeuert. Im Inneren des Ofens oberhalb der Glut werden mitunter weit höhere Temperaturen erreicht, die die Ziegel im Schmolzbrand verformen, in den Randbereichen hingegen sind die Temperaturen viel niedriger, sodass hier die Rohlinge kaum ihre plastischen Eigenschaften verlieren. Im Feldbrandofen erhält man also ein weites Spektrum von hoch gebrannten Klinkern bis zu weich gebrannten Mauerziegeln.

Aufgrund dieser sehr komplexen und unterschiedlichen Rahmenbedingungen für die Herstellung sind die Qualitäten der Ziegel von Tonvorkommen zu Tonvorkommen, von Hersteller zu Hersteller, von Brand zu Brand sehr verschieden. Handstrichziegel variieren daher sehr stark in ihrer Farbe, ihren Formaten und in ihren physikalischen Eigenschaften wie Festigkeit und Wasseraufnahme.

Erwähnt sei in diesem Zusammenhang, dass in den historischen Feldbrandöfen, die in der Regel von Romafamilien betrieben wurden, meistens Mauerziegel und Dachziegel in einem Brand hergestellt wurden. Im unteren Bereich wurden die Mauerziegel, darüber die Dachziegel geschichtet. Die hier genannten Kriterien gelten damit ebenso für Mauerziegel wie für Dachziegel.

Diese Ausführungen machen deutlich, dass gute, haltbare handgemachte Vollziegel in früheren Zeiten bis heute ein wertvolles Baumaterial darstellten. Folglich wurden die Ziegel auch bei Abbruch eines Gebäudes oder bei Änderungen geborgen und wiederverwendet. Ein weicher Mörtel fördert die Wiederverwendbarkeit dieses Baumaterials.

1. *Typisches historisches Mauerwerk aus handgemachten Ziegeln ist gekennzeichnet von grober unterschiedlicher Formgebung, Verformungen, Ausbrüchen . Wichtig ist ein eine homogene Materialmischung und ein gleichmäßig hoher Brand.*

2. *Schmolzziegel in einem mehrere hundert Jahre alten Mauerwerk. Sie sind dunkelblau bis schwarz gefärbt, verformt und rissig, aber sehr witterungsbeständig.*

3.–5. *Ziegelsteine im Anschliff: mit homogenem gut durchgemischten Porengefüge (3), mit unhomogenen Gefüge (4), das auf mangelnde Aufbereitung schließen lässt, und mit hohem Anteil an Poren und groben Zuschlägen in der Tonmischung (5).*

Bindemittel Kalk

Neben dem Lehm ist Kalk seit urdenklichen Zeiten das wichtigste Bindemittel für die Herstellung von Mauerwerk und Putzen. Als Anstrich bestimmt der Kalk seit alters her die Textur und Farbigkeit der Oberflächen in der Architektur. Bei den Anstrichen reicht die Skala von den einfachsten Kalkschlämmanstrichen bis zur künstlerisch überzeugenden Malerei in Fresko-Kalkfarbentechnik, wie wir sie von den bedeutendsten Künstlern Europas wie z. B. Giotto, Michelangelo oder Raffael kennen.

Die Herstellungsverfahren, Rezepturen und Verarbeitungstechniken von Mörteln, Putzen und Anstrichen sind im Laufe der Jahrhunderte den regionalen Bedingungen entsprechend angepasst, verändert und verfeinert worden, chemisch gesehen sind die Vorgänge jedoch bis heute die gleichen geblieben: Kalkstein wird gebrannt, mit Wasser gelöscht, verarbeitet und erhärtet schließlich wieder zu dem Ausgangsmaterial. Man spricht daher auch von einem Kreislauf des Kalkes.

Kalkstein
Calciumcarbonat
$CaCO_3$

Brennen
$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$

Branntkalk
Calciumoxid
CaO

Löschen
$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$

Gelöschter Kalk
Calciumhydroxid
$Ca(OH)_2$

Abbinden / Erhärten
$Ca(OH)_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2\,H_2O\uparrow$

Abb. 22.1. ***Kreislauf des Kalkes*** [25]

Kalk brennen [24]

Baukalk wird zunächst durch das Brennen von Kalkstein oder Kalkmergel gewonnen. Die Entwicklung geeigneter Brennöfen hat eine lange Tradition, um die Qualität und Effizienz des Brandes zu erhöhen. Neben einem reinen Grundmaterial ist auch das Feuerungsmittel von Bedeutung. Ein Brand mit Holz erzielt eine bessere Qualität als mit Kohle weil kein Schwefel enthalten ist, das später zum Vergilben oder zu Gipsbestandteilen führen kann. Mit Gas wird ein sehr gleichmäßiger Brand erreicht.

Beim Brennvorgang wird der Kalkstein (Calciumcarbonat $CaCO_3$) bei 850°C bis 1100°C in Branntkalk oder Stückkalk (Calciumoxid CaO) umgewandelt. Bei ca. 925°C beginnen die Kalksteine weißgelb zu glühen. Während des Brennvorgangs entweicht Kohlendioxid (CO_2) unter Aufnahme von Energie, und Wasser wird aus dem Kristallgefüge ausgetrieben.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

Beim Brennen des Kalksteins sollte zumindest kurzfristig (1–2 Std.) eine Temperatur von über 1000°C erreicht werden, was sich bei den traditionellen Schachtöfen und der beschriebenen Art der Feuerung nicht immer einfach gestaltet. Dabei reduziert sich das Volumen der Kalksteinmasse auf etwa 50–60% der eingebrachten Masse. Nach dem Abkühlen müssen ungebrannte Bestandteile und Verunreinigungen wie Asche und Holzkohle aussortiert werden.

Kalk löschen

Um Kalk als Bindemittel in Farben und Mörtel verwenden zu können, muss der Branntkalk zunächst mit Wasser gelöscht werden. Es handelt sich dabei um die Umsetzung des Calciumoxids mit Wasser zu Calciumhydroxid.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH_2)$$

Der nun entstandene Branntkalk sollte zeitnah nach dem Brennen gelöscht werden, da er durch die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft leicht zerfallen oder Krusten bilden kann.

Für das Kalklöschen werden grundsätzlich zwei unterschiedlichen Verfahren angewendet:

1.a Das Nasslöschverfahren zur Herstellung von Sumpfkalk

Der Branntkalk wird mit einem Überschuss an Wasser gelöscht, wobei Sumpfkalk entsteht.

In einem Arbeitstrog über der zuvor ausgehobenen Kalkgrube wird der Branntkalkmasse die 2–3 fache Volumenmenge an Wasser zugegeben. Durch die Wasseraufnahme vergrößert der Branntkalk unter starker Wärmeentwicklung (bis über 100°C) sein Volumen, bläht sich zunächst auf, zerfällt zu kleinen Brocken und emulgiert dann vollständig im Wasser. Die Masse muss mit Rührhacken ständig in Bewegung gehalten, damit alle Bestandteile des Stückkalkes gelöscht werden können. Hat die Masse eine gleichmäßige klümpchenfreie Konsistenz (ungefähr vergleichbar mit der von sahnigem Joghurt) erreicht, kann der Schieber geöffnet werden und der Kalkbrei durch ein Sieb, das ungebrannte Kalkstückchen zurückhält, in die Lagergrube laufen. Feine Verunreinigungen sinken auf den Grund der Grube, und wenn der Kalk die Flüssigkeit aufgenommen hat, fühlt sich der Brei weich und sämig an. An der Oberfläche bilden sich Risse und eine kristalline Schicht, die das Austrocknen der übrigen Masse verzögert. Die Kalkgrube wird mit Folie und Holzbrettern verschlossen und mit Erde abgedeckt, um den Sumpf gegen Austrocknen und Frost zu schützen. Sie muss aber kontrolliert und bei Bedarf mit einer dünnen Wasserschicht aufgefüllt werden, um ein Austrocknen zu verhindern.[26]

Der Kalk kann auf diese Weise dauerhaft gelagert werden. Die Lagerdauer ist für die Qualität des Kalkes von Bedeutung. Erst im Laufe der Zeit bilden sich relativ große, plättchenförmige Kristalle von Calciumhydroxid aus. Diese haben die Eigenschaft, sich wie Papierstapel aneinanderzuschmiegen, sodass Putze, die mit Sumpfkalk gefertigt werden, eine hohe Flexibilität und Bindekraft zeigen.[27]

Für die Arbeit an Kirchenburgen oder größeren Baumaßnahmen, oder auch für

Foto Seite 23.1. Vorrichtung zum Löschen von Branntkalk in einer Kalkgrube: Mischtrog mit Schieber, feinmaschiges Metallsieb, darunter die Grube im Erdreich.

Bauunternehmer, die laufend Baumaßnahmen an historischen Gebäuden vornehmen, ist die Anlage von Kalkgruben ein technisch hervorragendes, denkmalgerechtes und Kosten sparendes Verfahren für die Herstellung von Kalk.

1.b Das Nasslöschverfahren zur Herstellung von Kalkpulver

Dem Branntkalk wird nur die Menge Wasser zugegeben, die notwendig ist, um CaO in $Ca(OH)_2$, also in trockenes Pulver aus Calciumhydroxid umzuwandeln. Auch dieses Verfahren ist historisch belegt, wegen der exakten Dosierung der Wassermenge aber schwieriger durchzuführen und daher in Siebenbürgen weniger üblich. Heute wird dieses Verfahren vornehmlich in der industriellen Fertigung angewendet und das Calciumhydroxid dann in Säcken verpackt auf den Markt gebracht. Dem Vorteil der schnellen Verfügbarkeit steht der Nachteil gegenüber, dass trocken gelöschtes Calciumhydroxid nur etwa 1/10 der spezifischen Oberfläche von Sumpfkalk aufweist und damit eine geringere Bindekraft hat.

2. Das Trockenlöschen mit Zuschlägen

Das Trockenlöschen mit Zuschlägen wurde früher sehr viel häufiger angewendet als heute. Man kann davon ausgehen, dass nahezu jedes ältere Haus mit Mörtel nach diesem Verfahren errichtet wurde.

Der Branntkalk wird auf der Baustelle in wechselnden Lagen mit feuchtem Sand aufgeschichtet. Das Verhältnis von Branntkalk zu Sand ergibt sich aus dem gewünschten Bindemittel / Zuschlagsverhältnis. Rein rechnerisch benötigt man 9 Teile Sand und 1 Teil Branntkalk für einen Mörtel vergleichbar aus 3 Teilen Sand und 1 Teil Sumpfkalk. Da die Bindemittelverteilung im Trockenlöschverfahren ungünstiger ist, verwendet man üblicherweise etwas mehr Kalk, also 1 Teil Branntkalk auf 7 Teile Sand. Eine letzte Sandschicht deckt die einzelnen Lagen so ab, dass auch die Schichten des Branntkalkes nicht mehr dem Kohlendioxid der Luft ausgesetzt sind. Der Haufen wird mit einer definierten Menge Wasser (ca. das 3–4-fache der Kalkmenge) übergossen.

Bei dem so gelöschten Kalk entstehen häufig Kalkklümpchen, sogenannte Kalkspatzen, die heute noch sehr oft in historischen Putzen und Mörteln sichtbar sind (Foto S. 24.3; S. 25.1+3). Sie wirken als Zuschlagstoff und Bindemittel. Als Wasserspeicher begünstigen die Kalkspatzen das Abbinden von Mörteln und Putzen, denn sie halten das Wasser im Frischmörtel länger für die Karbonatisierung verfügbar und fördern die gerichtete Kristallisation für einen stabilen Mörtel.

Beim Löschen des Kalkes in Verbindung mit den Zuschlagstoffen Sand/ Kies (SiO_2, diverse Tonmineralien) können wegen der hohen Temperaturen sogenannte Hydraulefaktoren aus den Zuschlagstoffen wirksam werden (SiO_2-Verbindungen, die Kristallgitterstruktur des Quarzsandes wird aufgeweicht, es kommt zu einer Bindemittel-Quarzsand-Kontakt-Bindung). Auch im Branntkalk selbst können hydraulische Anteile enthalten sein, die beim Löschen aktiv werden. Gegenüber Sumpfkalk hat nach diesem Verfahren trocken gelöschter Kalk also ein großes Potential an hydraulischen Faktoren, die bei zeitnaher Verarbeitung für eine hohe Wetterbeständigkeit sorgen.[28]

Das Abbinden des Kalkes

Mit dem Abbinden des Kalkmörtels (Calciumhydroxid $Ca(OH)_2$) wird der Kalkkreislauf geschlossen. Mit dem Kohlendioxid aus der Luft, in der dieses Gas zu etwa 0,03% enthalten ist, wird das Kalkhydrat wieder in Kalkstein umgewandelt. Dieser Prozess wird Carbonatisierung genannt und findet nur in Anwesenheit von Luft und Wasser statt, sodass die entsprechende Reaktionsgleichung wie folgt lautet:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2\,H_2O\uparrow$$

Kalkmörtel aus Sumpfkalk oder Kalkpulver erhärten ausschließlich aufgrund der Carbonatisierung, also durch Aufnahme des in Wasser zur Kohlensäure gelösten Kohlendioxids aus der Luft. Es bildet sich Kalkstein (Calciumcarbonat $CaCO_3$) und Wasser wird frei. Bei dieser Reaktion sinkt die Alkalität und die Kristallisation führt zur Erhärtung des Bindemittels Kalk im Mörtel. Zu dieser Reaktion ist ein Feuchtegehalt der Luft von 50–70% erforderlich. Bei zu hoher Luftfeuchtigkeit oder zu schneller Trocknung kommt der Prozess zum Erliegen oder er findet nur in den oberen Schichten statt. Bei großen Mauerdicken kann der Prozess Jahre dauern.

Wenn am Ende der Reaktionskette auch wieder das Ausgangsmaterial Kalkstein in nahezu gleicher chemischer Zusammensetzung steht, so hat das Endprodukt jedoch durchaus nicht die gleichen physikalischen Eigenschaften. Der ursprüngliche Kalkstein ist auf unterschiedliche Weise über sehr lange Zeiträume unter hohem Druck und hohen Temperaturen im Inneren der Erdkruste gewachsen. Je nach diesen Bedingungen hat das Gestein eine sehr viel höhere Dichte und Festigkeit, geringe Kapillarität und ein geringes Wasseraufnahmevermögen. Ganz anders sind diese Eigenschaften der künstlich hergestellten Mörtel und Putze.

Fotos Seite 24.

1. *Anlegen einer Kalkgrube. Der Branntkalkt wird im Holztrog gelöscht und dann über ein Sieb in die Grube abgelassen. (wie S. 23.1)*
2. *Anstich eines trocken gelöschten Mörtelhaufens. Deutlich sind die Kalk- und Sandschichten erkennbar.*
3. *„Kalkspatzen" im Altputz lassen auf trocken gelöschten Mörtel schließen.*

Die chemische Reaktion des beschriebenen Kalkkreislaufes kann ohne Energiezufuhr auch in die andere Richtung verlaufen. Aus Kalkstein kann sich in Anwesenheit von Wasser und Kohlendioxid aus der Luft lösliches Calciumhydrogencarbonat bilden: $2\ CaCO_3 + 2\ CO_2 + 3\ H_2O \rightarrow 2\ Ca(HCO_3)_2 + H_2O$. Das Calciumhydrogencarbonat kann mit dem Feuchteausgleich in andere Baustoffbereiche wie etwa Risse wandern und dort auskristallisieren. Dieser Effekt ist für den viel berichteten „Selbstheilungsprozess" von Kalkmörteln und Putzen verantwortlich, bei dem feine Haarrisse wieder geschlossen werden.[29]

Hydraulische Kalke und hydraulische Zusätze

Nicht immer und überall stehen reine Kalksteine zur Verfügung, und so wurde und wird gebrannt, was eben vorhanden ist. Viele tonige und mergelige Verunreinigungen im Kalkgestein haben nach dem Brennen eine hydraulische Wirkung auf das Material. Amorphe Silikate in sehr feinen Korngrößen reagieren mit dem Kalk und es entstehen Calciumsilikate mit ihren typischen Kristallnadelstrukturen. Diese entstehen unter Einbindung von Wasser und daher härten diese Kalke auch unter Luftabschluss. Je nach dem Verhältnis zwischen Kalk und Mergel und der Aufteilung der tonigen Einschlüsse in silikatische und metallische Phasen reagieren diese Kalke anders.

Wenn ein natürlicher hydraulischer Kalk in eine Kalkgrube gelöscht wird, so erhärtet nicht etwa deren gesamter Inhalt, sondern die hydraulischen Bestandteile bilden Klumpen und der Kalk ist mit hartem Gries verunreinigt. Diese reagieren später nicht mehr, die Hydraulizität geht verloren. Eingesetzt wurden diese Kalke dementsprechend mit dem richtigen Löschverfahren, das heißt trocken gelöscht entfalteten sie erst ihre vollen Aushärtungseigenschaften.

Natürliche hochhydraulische Kalke kennen wir erst seit der Erfindung des Romanzementes: Kalk und Tone, gemeinsam gebrannt und gemahlen ergeben ein sehr schnell und sehr hart abbindendes Material. Im 19. Jh. entstand eine wachsende Industrie für solche hochhydraulischen Kalke, die mit der Entwicklung des Zements, aus Kalkmergel mit hohen Temperaturen um 1450°C gebrannt, ihren Höhepunkt erreichte. Hochhydraulische Kalke, importierte hydraulische Zuschläge und Zemente waren und sind aber für die Bauweise der Bauernhäuser von marginaler Bedeutung und sollen hier nicht weiter behandelt werden. Moderne industriell hergestellte und gemischte Werksmörtel wie Sanierputze können in einzelnen speziellen Anwendungsfällen sinnvoll sein und werden an den entsprechenden Stellen behandelt.

Ziegelmehl aus niedrig gebrannten Ziegeln ist jedoch als leicht hydraulischer Zuschlag gebräuchlich (Foto S. 25.5), verbranntes Holz durch den hohen Pottascheanteil (Kaliumcarbonat, Buchenholzasche etwa 18%) ebenfalls. Darüber hinaus ist durchaus vorstellbar, dass die lokalen vulkanischen Erden wie Scorie auch hydraulische Eigenschaften haben, nachgewiesen ist dies jedoch nicht, ebenso wenig deren Verwendung in historischen Putzen.

Aber es ist eine Reihe von organischen Beimengungen in historischen Putzen und Anstrichen bekannt: Eiweißhaltige Tierprodukte wie Kasein (Quark), Milch, Eier, Blut oder auch pflanzliche Öle und Fette sollen den Kalkteig geschmeidiger und die Oberfläche wetterbeständiger machen. Die Zugabe von geringer Menge Leinöl in die Kalkfarbe ist auch heute noch üblich.

Wenn wir aus heutiger Sicht historische Rezepturen nachstellen wollen, müssen wir ebenfalls bedenken, dass Erden und Gesteine, von Hand ausgegraben und zerkleinert, eben nicht nur aus reaktivem Material sondern hauptsächlich aus Korngrößen bestehen, die nur wenig chemisch reagieren und daher zunächst als einfacher Zuschlag betrachtet werden müssen. Die langzeitlichen chemischen Reaktionen sind nur teilweise nachweisbar. Die industrielle Herstellung von heute aber ermöglicht reine und sehr fein gemahlene Zuschläge wie etwa Trasse, die praktisch nur aus reaktivem Material bestehen. Für die praktische Anwendung besteht die Gefahr der Überdosierung, die zu unbeabsichtigten Resultaten wie etwa zu hohen Festigkeiten und Folgeschäden führen kann. Diese Schäden werden dann schnell dem Kalk zugeschrieben und damit eine Abwendung von der ursprünglich sehr guten Technik begründet.

Selbstverständlich sind die Materialeigenschaften des Zuschlages von großer Bedeutung für die Eigenschaften von Mörteln und Putzen. In der Regel ist dies lokal gewonnener Sand. Aus Viscri/Deutsch-Weisskirch ist überliefert, dass der Sand in eigens ausgehobenen Sandfängen im Bachlauf aufgefangen wurde. Es wurde eine Grube im Bachlauf ausgehoben, in der sich der im Bach gewaschene Sand absetzen konnte. Anderen Ortschaften stehen geeignete Sandgruben zur Verfügung. Ob der Sand anschließend gesiebt wurde ist nicht überliefert. Man kann davon ausgehen, dass es geeignete Siebe mit definierten Sieblinien erst seit der Industrialisierung gibt, und dass die historischen Mörtel und Putze mit ungesiebten Sanden hergestellt wurden. Nachweisbar ist jedenfalls ein sehr breites Spektrum an Korngrößen in historischen Putzen, was möglicherweise auch ihre hohe Beständigkeit gefördert hat.

Sande müssen in jedem Fall gewaschen sein, um sie von möglichen Salzen und organischen Bestandteilen wie Humus zu reinigen.

Heute werden Sande analog zu den Gesteinen in zwei Sortierungen auf dem Markt angeboten

- Flusssand wird aus Flussläufen abgebaut und in verschiedene Korngrößen von Feinsanden über Beton- und Grobkies bis zu Flusssteinen sortiert. Dieser Sand wird vorwiegend als Füllsand für Untergründe und Wege verwendet.
- Gebrochener, scharfkantiger Sand, auch „scharfer" Sand oder Brechsand genannt. Dieser Sand eignet sich besser zur Herstellung von Mörteln und Putzen, da sich die einzelnen Sandkörner besser miteinander verzwicken und daher ein stabileres Gerüst bilden.

Darüber hinaus müssen bei einer Bestellung bei einem Lieferanten heute auch die gewünschten Sieblinien angegeben werden, die die Korndurchmesser in Milimetern angeben. Gebräuchliche Sieblinien sind 0–2; 0–4; 0–8; 8–16 mm etc. Welche Sandkorngrößen für die einzelnen Anwendungen „richtig" und sinnvoll sind, muss für den individuellen Fall ermittelt werden.

Ein wichtiger Aspekt für die Wahl des richtigen Zuschlagmaterials ist die Färbung des Sandes, insbesondere für die sichtbare Verfugung von Natursteinmauerwerk oder für Putze ohne Anstrich.

Fotos Seite 25.

1. *Unterschiedliche Körnungen und Färbungen lassen in Altputzen Rückschlüsse auf die Verarbeitung zu. Sehr grobe Zuschläge sind vor allem in einlagigen Putzen verwendet worden. Sie bewirken ein großes Porenvolumen im Putz.*
2. *Feinere Körnungen sind im Oberputz zweilagiger Putze üblich.*
3. *In den meisten Regionen Siebenbürgens hat der Sand eine graue Farbe.*
4. *Gelbliche Färbungen lassen auf tonige Beimengungen schließen.*
5. *Ziegelmehl, das häufig dem Putz für die Sockelzonen als hydraulischer Zusatz beigemischt wird, färbt den Putz rötlich.*

Der Baugrund

und seine Bedeutung für die Standsicherheit und Dauerhaftigkeit der Gebäude

Calbor / Kaltbrunnen

Der Baugrund spielt für die gesamte Betrachtung der Standsicherheit sowie für die bauphysikalischen Randbedingungen eine außerordentlich wichtige Rolle. Topografie, Geländeneigungen, Beschaffenheit und Festigkeit, natürliche Wasserläufe, Schichtenwasser und Grundwasser sind aber in den Ortschaften, Straßenzügen für die einzelnen Objekte so verschieden, dass hierzu keine einheitlichen Aussagen gemacht werden können.

Insbesondere bei Feuchteproblemen rund um die Gebäude lohnt sich ein Blick in die Vergangenheit, weil gerade für diese Problematik frühere Generationen von Bewohnern oft ein einfaches und wirksames System der Oberflächendrainage eingerichtet und instand gehalten haben. Dieses möglicherweise in Jahrzehnten vernachlässigte und zugewachsene System wieder instand zu setzen, könnte bereits eine deutliche Verbesserung der Feuchteproblematik bringen.

Eine weitere Ursache für Feuchteschäden kann das jahreszeitliche Auftreten von Schichtenwasser sein, das in bestimmten Lagen im Untergrund zu den Fundamenten und Grundmauern fährt und durch das Mauerwerk hindurch in die Kellerräume sickert. In solchen Fällen haben frühere Bewohner mitunter brunnenartige Schächte im Keller angelegt, die dieses Wasser auffangen sollten.

In Zukunft mag in manchen Straßenzügen ein Anstieg des Grundwassers zu erhöhter Feuchtebelastung führen, wenn nach erfolgreicher Installation einer öffentlichen Wasserversorgung die traditionellen Brunnen nicht mehr betrieben werden sollten und damit eine kontinuierliche kleinräumliche Grundwasserentnahme entfällt. Es ist ratsam, diese Entwicklung genau zu beobachten und ggf. die Brunnen z. B. zur Gartenbewässerung weiter zu betreiben. Dies würde auch einer schleichenden Verschmutzung und Kontaminierung der Brunnen entgegenwirken. Umgekehrt kann aber auch die öffentliche Wasserversorgung durch Entnahme von Grundwasser aus siedlungsnahen Bohrbrunnen zur Absenkung des Grundwasserspiegels führen. Dann sind Schwindungen des tonhaltigen Untergrundes zu erwarten, was ebenfalls zu Setzungen der Gebäude führen kann.

Eine weitere Ursache für Feuchte- und besonders auch für Salzschäden könnte die relative Nähe von Fäkalien- und Mist- oder Güllegruben zu den Gebäuden sein. Diese über Jahrzehnte, ja Jahrhunderte betriebenen Plumpsklos und Misthaufen haben ihre Schadstoffe dem Untergrund übergeben, wo sich diese nun mit den Feuchteströmen verteilt haben und so möglicherweise zu den Grundmauern wie auch ins Grundwasser und damit in die Brunnen gelangt sind (→Brunnen und Plumpsklo S. 207). In diesem Zusammenhang können auch eventuell früher eingebaute, undichte Kanalleitungen oder in jüngerer Zeit auch nicht abgedichtete Ausfaulgruben zu Feuchte- und Salzschäden führen. Im Zweifelsfalle kann hier im Sinne eines gesunden Lebensumfeldes für die Bewohner und Nachbarn eine fachliche Untersuchung auf Schadstoffe und Salze hilfreichen Aufschluss geben. Eine Reinigung des Bodens und des Grundwassers wird, wenn überhaupt, nur über sehr lange Zeiträume möglich sein, und auch nur dann, wenn keine neuen Schadstoffe mehr in den Boden eingetragen werden. Hierauf muss bei jeder neuen Baumaßnahme geachtet und Klärgruben und Kanalleitungen müssen dauerhaft abgedichtet werden.

Die Festigkeit des Untergrundes muss für den Bestand zunächst einmal hingenommen werden. Anpassungen an eventuell nach heutigen Berechnungsnormen erforderliche Fundamentbreiten oder deren Ausführung wären kaum möglich und auch generell nicht nötig, weil die Fundamente und Grundmauern wenigstens der Wohnhäuser von den Erbauern eher überdimensioniert als nach der zulässigen Bodenpressung zu gering bemessen wurden.

Ein Aspekt sei aber noch angesprochen: Die Untergründe der meisten Siedlungen in Tallagen bestehen zum überwiegenden Teil aus schluffigen und tonigen Böden von hoher Plastizität, das bedeutet, dass sie momentan sehr fest sein können, über lange Zeiträume (Jahrhunderte — Jahrtausende) gesehen aber fließen. Dieser Mechanismus eines natürlichen Nivellierungsprozesses der Landschaft wird auch durch die Auflast eines Gebäudes aktiviert. In modernen statischen Berechnungen werden daher für diese Plastizität Fließgrenzen angegeben und man begegnet diesem statischen Problem mit querzugfesten und biegesteifen Stahlbeton-Skelettkonstruktionen. In historischen Gebäuden ist dies – vermutlich eher unbewusst – auf hervorragende Weise mit der hohen Verformungskapazität der Wandkonstruktionen berücksichtigt. In Lehm und Kalk gemauerte Mauerwerkswände können diese langsamen Verformungen mitgehen. Gleichwohl kann es in Extremfällen zu Rissbildungen kommen, die dann immer vom Fundament ausgehen und meistens Bauteile betreffen, die eine deutlich höhere Auflast haben und hangabwärts gewandt liegen (Giebelfassaden), sodass hier der Untergrund in einem stärkeren Maße fließt.

Fundamente und erdberührtes Mauerwerk

Die Fundamente von unterkellerten Gebäudeteilen sind generell sehr stabil. Es muss eine sehr ausgeprägte Maurerzunft gegeben haben, denn gerade das Grundmauerwerk aus Bruchsteinen ist meistens von hoher Qualität. Die Steinauswahl und das Versetzen der Steine zu einem ebenen und flächenbündigen Verband zeigen in vielen Häusern Erfahrung und handwerkliches Geschick. Zusätzlich zu den Anforderungen an das aufgehende Mauerwerk müssen aber die erdberührten Grundmauern weitere Anforderungen erfüllen: Sie müssen dem Erddruck von außen standhalten, was durch eine dicke Wandstärke und die aussteifende Wirkung der Deckenkonstruktion erreicht wird, und sie müssen die Feuchtebelastungen aus dem Erdreich bewältigen.

In der Vergangenheit waren Abdichtungen von erdberührten Mauerwerksflächen gegenüber dem Erdreich unbekannt. Die Wandkonstruktionen selbst mussten so ausgeführt werden, dass sie einerseits möglichst wenig Feuchtigkeit aufnahmen und zweitens die vom Erdreich eindringende Feuchtigkeit schnell wieder in den Innenraum abgeben konnten.

Erreicht wurde dies einerseits durch konstruktive Maßnahmen der Geländeoberfläche, indem Oberflächenwasser vom Gebäude weggeführt, Sickerwasser nach Möglichkeit verhindert oder umgeleitet, und eine offene Diffusion der Geländeoberfläche gefördert wurde.

Die Steine des Mauerwerks sollten eine geringe Saugfähigkeit und eine geringe kapillare Leitfähigkeit haben, gleichzeitig aber eine hohe Diffusion gewährleisten und eine große Verdunstungsfläche haben. Erreicht wurde dies durch ein möglich dichtes Gestein mit schmalen Lagerfugen. Den Baumeistern früherer Tage war bekannt, dass Kalkmörtel zum Aushärten einer Luftzufuhr bedarf, die aber bei dem dicken, nur einseitig belüfteten Mauerwerk kaum möglich war. Daher wurden Fundamente und Grundmauern in der Regel mit lehmgebundenen Mörteln aufgebaut. Bei sehr feuchtem Erdreich blieb das Mauerwerk innen oft unverfugt, um die Verdunstungsflächen zu vergrößern und damit die Diffusion aus der Wand zu fördern (→Kapillarität und aufsteigende Feuchtigkeit S. 39).

Bruchsteinmauerwerk

Bruchsteinwände können ein- oder zweischalig aufgebaut sein. Ein einschaliger Aufbau zeichnet sich dadurch aus, dass die Steine in Größe, Form und Tragfähigkeit gleichmäßig über die gesamte Mauerwerksbreite verteilt sind. Ein einschaliges Mauerwerk (→S. 56) ist daher deutlich stabiler als ein zweischaliges, weil es über den gesamten Mauerwerksquerschnitt gleichmäßig trägt. Weitaus häufiger findet man jedoch zweischaliges Mauerwerk, (Foto S. 27.6). insbesondere bei größeren Wandstärken. Dieses kann leichter aufgebaut werden, indem die großen tragfähigen Steine immer mit einer glatten Kante bündig zur Außenfläche verlegt werden. Der so entstehende Zwischenraum in der Mitte wird mit Mörtel und kleinen Steinen verfüllt. Als Mörtel ist fast immer Lehm verwendet worden. Mit dem Lehmmörtel ist die hohe plastische Verformungsfähigkeit dieser äußerst dauerhaften Wandkonstruktion gegeben.

Fotos Seite 27.

1. *Bruchsteinmauerwerk erdberührter Grundmauern im Keller*
2. *wie vor, in Schichten, flächenbündig*
3. *Verschiedene Bruchsteinmauerwerksformen richten sich nach den örtlichen Vorkommen: hier in Drauseni / Draas ist im Sockel sehr dichtes Hartgestein, darüber Kalkstein;*
4. *Arcita / Arkeden: Kalksandstein in scharfkantigen Quadern*
5. *Cobor / Kiewern: Sandstein*
6. *zweischaliges Sandsteinmauerwerk (Viscri / Deutsch-Weisskirch)*

Ziegelmauerwerk

Auch das Ziegelmauerwerk ist von sehr ungleichmäßiger Materialbeschaffenheit und Qualität. Anders als heute, wo in wenigen Großfabriken mit maschinellen Mischungen und geregelten Gasbrandtemperaturen Steine gleichmäßiger genormter Qualität produziert werden, sind die Ziegel früherer Tage im dörflichen Umfeld von Hand geformt und im Feldmeiler gebrannt worden. So geben unterschiedliche Formate und vor allem unterschiedliche Ausgangsmaterialien, Mischungsverhältnisse und Brandtemperaturen ein recht inhomogenes Materialgefüge, das ebenso wenig wie das Bruchsteinmauerwerk einer genormten Festigkeitsklasse zuzurechnen ist. Die Wände sind aber mit 40–50 cm generell so dick, dass auch bei den geringsten Druckfestigkeiten der weich gebrannten Ziegelsteine das Gesamtmauerwerk eine ausreichende Stabilität erhält.

Am häufigsten findet man Blockverbände (Foto S. 28.1, Markierung) von 1½–2 Steine dickem Mauerwerk, allerdings selten in reiner Ausführung, weil gebrochene Steine im Verband mit verlegt wurden.

Ziegelmauerwerk kann in Lehm wie in Kalkmörtel verlegt sein. Das Mauern mit Lehm ist sehr wahrscheinlich der bauzeitlichen Verfügbarkeit bzw. dem Geldbeutel des Bauherrn geschuldet. Kalk als Bindemittel wurde immer als höherwertig eingeschätzt. Häufig wurde ursprünglich in Lehm errichtetes Mauerwerk später mit Kalkmörtel repariert. Fugen in der Tiefe zeigen partiell noch Lehm, davor findet sich aber schon Kalkmörtel.

Mischmauerwerk

Gemischtes Mauerwerk aus Natursteinen und Ziegelsteinen ist bereits beim Bruchsteinmauerwerk angesprochen worden. Seine Erscheinungsformen sind mit großer Wahrscheinlichkeit nach den jeweils verfügbaren Materialien erklärbar. Die Verwendung von Ziegelschichten als Binderschichten in Natursteinmauerwerk, insbesondere wenn dies aus wenig lagerfähigen runden Steinen aufgebaut ist, lässt sich einfach mit einer Verbesserung der Statik des Mauerwerks begründen. Daher findet man, wie in dem Foto oben, in Mischmauerwerk ausschließlich Binderschichten.

Das Einfügen von Steinschichten in Ziegelmauerwerksverbände ist konstruktiv schwer zu begründen. Hier mag der Mangel an Ziegeln eine Rolle gespielt haben. Anordnungen und Schichtenfolgen müssen als Handschrift des Maurermeisters gelten.

Eine weitere Form von Mischmauerwerk ist mit späteren Reparaturen entstanden. Ausgebrochenes Natursteinmauerwerk wurde häufig mit Ziegelsteinen instand gesetzt, insbesondere für danach verputztes Mauerwerk. So sind auch Ziegel unterschiedlicher Formate und unterschiedlicher Brände als Reparaturen in einem älteren Mauerwerk zu finden

In diesem Zusammenhang sind auch flächenbündige Auffüllungen von Einbuchtungen oder ausgewitterten Oberflächen auffällig. Dies kann aber nicht als konstruktive Reparatur des Mauerwerks gelten, sondern dient ausschließlich als Grund für einen möglichst ebenen Putz.

Gewölbe-Konstruktionen

Auch Gewölbe gehören zu den ältesten raumbildenden Konstruktionen der Zivilisationsgeschichte. Bereits die Phönizier, Ägypter und Griechen haben wohl durchdachte Gewölbekonstruktionen errichtet. In Siebenbürgen kommen Gewölbekonstruktionen, vor allem Kreuz- und Netzgewölbe in den Kirchen und feudalen Bauwerken sowie in den Wohngeschossen reicher städtischer Wohnhäuser vor. In den Bauernhäusern sind sie regelmäßig als Tonnengewölbe in den Kellern zu finden. Allerdings ist ohne eine flächendeckende Untersuchung schwer nachzuvollziehen, in welchen Ortschaften wann und aus welchen Gründen entweder eine Holzbalkendecke oder ein Gewölbe zur Anwendung gekommen ist. Ebensowenig kann man mit Sicherheit sagen, welche Konstruktionsform hier als „ursprünglich" gelten mag. Beide Formen sind sicherlich bei der ersten Besiedelung bekannt gewesen. Geht man davon aus, dass die ursprüngliche Hauskonstruktion aus Holz und Fachwerk bestand, kann man annehmen, dass auch die Keller in Holzbauweise (mit senkrechten Bohlenwänden) erstellt worden sind, wie etwa ein Fund in Schässburg belegt.[30] Eine hölzerne Deckenkonstruktion spräche auch für die Vermutung, dass die Keller der ersten Generationen von Häusern von innen erschlossen worden sind, was in einem Gewölbe deutlich schwieriger wäre als in einer Holzbalkendecke. Gleichzeitig kann man aber auch davon ausgehen, dass bereits sehr früh Weinbauern unter ihren Kelterhäusern Gewölbekeller aus Mauerwerk angelegt haben. (Abb. 5.2. Hof Weinbauer)

Bei den heute erhaltenen Gewölben in Bauernhäusern handelt es sich durchweg um Tonnengewölbe in Ziegelmauerwerk mit einer Stichkappe für den Eingang. (Abb. 29.1). In Landesteilen mit großen Vorkommen natürlicher Steine sind Gewölbe, zumindest die Gurtbögen auch aus Bruchstein gemauert. Das Gewölbe verläuft längs zur Traufe und ist durch Grundmauern oder Gurtbögen unter den Trennwänden des Hauses unterteilt. Zur Belüftung sind lediglich zwei Öffnungen in der Fassade vorgesehen.

Das älteste bekannte Haus Siebenbürgens in Altina/Alzen ist teilunterkellert (nur unter der heute hinteren Stube) mit einem quer zur Traufe liegenden Tonnengewölbe aus Ziegelmauerwerk, in das man von der hofseitigen Traufwand ohne zusätzliche Kappe gelangt. Diese Ausrichtung des Gewölbes ist aber einzigartig.

Das typische gerade halbkreisförmige Tonnengewölbe der Bauernhäuser Siebenbürgens repräsentiert ein halboffenes Gewölbe bei dem die Widerlager parallel auf den Fundamenten der beiden Traufwände ruhen. In Kellerräumen mit einer lichten Breite über etwa 4,5 m sind wegen der begrenzten Höhe flache eliptische oder korbbogenähnliche Tonnengewölbe eingebaut worden. Die statische Wirkungsweise von Gewölben ist im Abschnitt über konstruktive Schäden näher beschrieben, weil diese in der Regel mit einem Versagen der Statik erklärt werden können.

Kappendecken sind erst seit dem 19. Jh. mit der Einführung industriell hergestellter Stahlträger in größerem Maßstab verbreitet. Auf dem Lande sind solche Decken allerdings selten zu finden. Kappendecken mit Holzbalken sind aber durchaus in manchen Ortschaften verbreitet, z. B. in Cobor/Kiewern. Diese Decken sind aus kräftigen Eichenbalken und verputzten Ziegelkappen kombiniert (Fotos 31.1–3). Da die Balkenlage in der Regel quer zur Traufe liegt, verläuft demnach auch die Kappendecke in dieser Richtung.

Die Tonnengewölbe sind generell „auf Kuf"[31] gemauert, die Ziegelsteine also längs zum Gewölbe, parallel zum Auflager im Läuferverband mit durchgehenden Lagerfugen und versetzten Stoßfugen auf

Abb. 29.1 Prinzip Tonnengewölbe mit quer liegender Stichkappe zum Eingang.

2. Tonnengewölbe als Korbbogen

3.+ 5. Tonnengewölbe sind meistens nicht in radialen Schichten nach Lehrbuch, sondern in fast parallelen Lagen gemauert, sodass am Scheitel ein Schlussstein eingesetzte werden muss.

4. Stichkappen sind nicht immer auf einem Gerüst gebaut, sondern oft „frei Hand", was gerade den individuellen Charme ausmacht.

Gewölbekonstruktionen

Abb. 30.1. Zwei Prinzipien der Gewölbekonstruktionen:

A Auf „Kuf" gemauerte Läuferschichten in Längsrichtung werden von der Kämpferlinie zur Scheitellienie errichtet.

B In „Ringschichten" errichtetes Gewölbe wird von den Stirnseiten aus zur Mitte hin aufgebaut.

einem Schalgerüst verlegt (Abb. 30.1.A). Die Verwendung eines Schalgerüstes ist häufig noch an dem hervorgetretenen Fugenmörtel erkennbar. Auffällig ist sehr häufig ein etwas rustikales Handwerk, indem die Ziegelschichten zum einen nicht nach Schnur parallel verlaufen und zum anderen nicht, wie bei Gewölben erforderlich, radial sondern mit parallelen Lagerfugen verlegt sind, sodass über die Bogenlinie ein zunehmender Versatz der Schichten und am Scheitel ein keilförmiger Schlussstein entsteht (Abb. 29.3+5; Foto 30.2).

Die andere Methode der Verlegung in stehenden Ringschichten mit abwechselnden Lagerfugen und durchgehenden Stoßfugen ist für Tonnengewölbe nicht angewendet worden, wohl aber für Kappendecken üblich (Abb. 30.1.B). Bei dieser Verlegeart, die einen großen Bogenradius erfordert, bilden die einzelnen Schichten jeweils unabhängige, in sich stabile Bögen, die durch die Bindekraft der Stoßfugen miteinander verbunden sind. Zur höheren Stabilität sind die einzelnen Schichten auch in geneigten Ebenen ausgeführt worden, sodass sie sich gegenseitig verspannen und ein seitliches Ausweichen verhindern. In Verbindung mit Kufschichten an den Stirnseiten und in der Mitte ergibt sich so ein lebendiges Bild von hoher handwerklicher Qualität (Fotos 30.3; 31.2).

Dies ist aber bei den einfachen Bauernhäusern eher selten der Fall, die eine eher rustikale, ungleichförmige Bauweise auszeichnet. Gleichwohl macht dies ja aber auch gerade den Charme und die Unverwechselbarkeit des einzelnen Hauses aus. Wegen der vorteilhaften statischen Verhältnisse – Der Gewölbeschub wird vollkommen vom Erdreich aufgenommen, sodass zusätzliche Stützkonstruktionen meistens nicht nötig sind – sind die Gewölbekeller in den meisten Fällen in stabilem Zustand. Erwähnt sei noch der bauphysikalische Vorteil von Steinkonstruktionen gegenüber Holz in den generell relativ feuchten Kellerräumen.

Anders als Wände aus Bruchsteinmauerwerk sind Kellergewölbe meistens in Kalkmörtel gemauert, was auf die höhere Festigkeit dieses Mörtels gegenüber Lehm zurückzuführen ist. Außerdem sind die Gewölbe nicht so dick wie Wände, sodass eine Carbonatisierung des Mörtels gewährleistet ist.

Fotos Seite 30.

2. *Eine ungleichmäßige Scheitellinie infolge eines „freihändigen" Aufbaus in nicht radialen Kufschichten*
3. *Gemischte Konstruktion aus Kuf-und Ringschichten in einem Gewölbe mit Stichkappen*
4. *Kreuzgewölbe Scheitelpunkt*

Kappendecken

Abb. 31.1. Prinzip Kappendecke in Ringschichten, A als Stichkappe eines quer liegenden Gewölbes, B als reine Kappendecke in Kombination mit Holzbalken.

2. *In der Mitte werden die Ringschichten oft mit einer Reihe Kufschichten ausgezwickt.*

3. *Holzbalken-Kappendecke, verputzt*
4. *Kappendecken sind nicht nur in Kellerräumen zu finden, sondern auch wie hier vor dem Backofen zum Schutz der Dachkonstruktion vor Funkenflug.*

Gesimsmauerwerk

An Gesimsen steht das Mauerwerk aus der ebenen Wandfläche heraus. Es wird in einer oder mehreren Schichten aufgebaut, die hervor stehenden Kanten können für das folgende Putzprofil gebrochen sein, wie auf dem Foto S. 31.6. gezeigt.

Zu unterscheiden sind

- horizontale Gesimse an den Traufen, am Giebel über den Fenstern oder an Fensterbrüstungen, und
- in der Dachschrägen verlaufende Ortganggesimse, die als Übergang zur Dachfläche meist als einfache Läuferschicht auf die zurückspringenden Lagen des Giebelmauerwerks aufgelegt sind (Foto S. 31.5).

Gesimse haben zunächst die Funktion, einen besseren Dachüberstand über die darunter liegenden Wandflächen und konstruktive Bauteile wie Fenster zu gewährleisten. Das Gesimsmauerwerk der Giebelfassaden ist in der Regel auch bei sehr einfachen Häusern mit einem fein profilierten Putz überzogen.

Sockelgesimse und vertikale Mauervorsprünge oder Fenstergewände sind an den Bauernhäusern nicht zu finden, wohl aber an repräsentativen Gebäuden, wie Kirchen, Pfarrhäuser oder Schulen.

(→auch S. 44; 69)

5. *Ortganggesims*

6. *Traufgesims aus behauenen Ziegeln, für eine Putzkehle. Das Gesims verdeckt die Sparrenfüße.*

Fassadenputz

Putzfassaden prägen das architektonische Erscheinungsbild nahezu aller Ortschaften in Siebenbürgen. Dabei fällt dem Besucher gerade die pastellige Farbigkeit der Kalkanstriche ins Auge, die so in Europa einzigartig ist. Changierende Ocker-Blau-, Rot- und Grüntöne wechseln im Rhythmus der Häuser, hervorgehoben von dunkleren, oft anthrazitfarbigen Sockeln, Fensterläden und Ornamenten in kräftigeren Farbtönen. Die belebten Ziegeltöne der geschuppten Dach- und Gesimsflächen fügen sich in diese Farbigkeit und das Licht- und Schattenspiel der Fassadenprofilierungen verstärkt das pastellige Farbenspiel auf den unebenen Wandflächen, das gleichwohl in der Gesamtwirkung zurückhaltend und keinesfalls aufdringlich wirkt.

Fassadenputz ist vermutlich schon sehr früh in die Architektur Siebenbürgens eingezogen. Bereits viele alte Holzhäuser zeigen Putzfassaden. Wie anderswo auch hatte der Putz (wie die Bezeichnung eigentlich nahelegt) anfangs nur eine Funktion als Schmuckelement. Er sollte die darunter liegende Konstruktion verdecken und diente womöglich schon früh als Untergrund für Bemalungen, die ja ursprünglich eine juristische Bedeutung hatten, indem sie etwa Besitzverhältnisse oder hoheitsrechtliche Zugehörigkeit anzeigten.

Bis heute sind nur die Fassaden mit Putzflächen aufwendig gestaltet und die hofseitigen Wandflächen mit einem einfachen glatten Putz versehen. Die Rückseiten zum Nachbarn sind in der Regel unverputzt geblieben, auch wenn diese aus weich gebrannten Ziegeln errichtet sind. Eine Schutzfunktion, wie sie gerade für diese Flächen sinnvoll wäre, wurde dem Putz demnach zunächst nicht zugeschrieben.

Holzhäuser wurden ursprünglich mit Lehmputzen überzogen und erhielten dann einen schützenden Anstrich aus Kalkmilch. Massive Steinhäuser wurden traditionell nahezu ausschließlich mit einem Putzmörtel aus reinem Sumpfkalk mit örtlich vorhandenen Sanden verputzt. In vielen Häusern wurde eine Kalkgrube im Keller dauerhaft unterhalten, aus der der Kalk für die laufenden Wartungs- und Ausbesserungsarbeiten entnommen wurde.

Anders als bei den Kirchenburgen, deren Ringmauern und Wehrtürme meist mit einem einlagigen Putz mit sehr groben Zuschlägen versehen wurden, haben die Bauernhäuser einen zweilagigen Putz mit einer im Oberputz relativ feiner Körnung. Mit jedem Überholungsanstrich der Fassade wurde die Oberfläche feiner, und man findet an vielen Fassaden eine Vielzahl von Farbschichten übereinander.

Kalkfarben

Ornamente

Kalkfarben haben sich in geschützten Räumen und an Fassaden gleichermaßen bewährt. In den gemäßigten Klimazonen Europas sind sie beständig.

Sie reagieren allerdings auf wechselnde Luftfeuchtigkeit und Regenwassereinfluss, gleichen sich aber stets mit ihrer Festigkeit und Deckfähigkeit und damit in ihrer optischen Wirkung an die jeweils vorherrschende Feuchtigkeit an, d.h. der Vorgang ist reversibel. Kalkfarben nehmen also Wasser aus der Umgebung schnell auf, was zur Verminderung ihrer Festigkeit und Deckfähigkeit führt. Im feuchten Zustand erscheinen Kalkanstriche wolkig und stellenweise transparent, manchmal schimmert sogar der Untergrund durch. Trocknet der Anstrich wieder aus, dann kehren die ursprüngliche Festigkeit und die gleichmäßige Deckkraft wieder zurück. Gerade dieses changierende Farbspiel verleiht der bäuerlichen Architektur ihren besonderen Reiz, der leider heute immer öfter durch unveränderliche Silikat- oder Dispersionsanstriche aufgehoben wird.

Verzierungen der Fassadenflächen, insbesondere der Giebel sind erst im 18. und 19. Jh. in großer Fülle in die bäuerliche Architektur Siebenbürgens eingezogen. Alte Quellen beschreiben – teils bedauernd, teils die große architektonische Geschlossenheit der Gesamtwirkung bewundernd – noch die Schmucklosigkeit alter Häuser.

Zuerst sind wohl al-fresco-Malereien auf die Wandflächen gemalt worden, womöglich mit besitzrechtlichem Charakter. Ornamente haben aber auch seit alters her einen großen Symbolwert zur Abwehr schlechter Ereignisse und zur religiösen Beschwörung zum Schutz der Bewohner und ihres Wohlstandes.

So sind im Laufe der Zeit, auch mit der überregionalen Entwicklung von Formen und Stilen, Ritz- und Scrafittotechniken entwickelt worden, die eine Fülle phantasievoller Ornamente und Verzierungen hervorgebracht haben. Auffällig ist die regionale Unterschiedlichkeit von Gemeinde zu Gemeinde, von Dorf zu Dorf, von Volksgruppe zu Volksgruppe, ja auch in der sozialen Schichtung, in der auch die „Handschrift" der Handwerker, ihre fachlichen und künstlerischen Möglichkeiten manifestiert sind. Alle diese Zeugnisse vergangener Epochen bilden einen großen Schatz der Volkskunst, der bewahrt und der Nachwelt erhalten bleiben muss.

Foto Seite 32. Deutschkreuz 1887(i)

Fotos Seite 33. 1. Deutschkreuz, nicht datiert, 2. Alzen 1508(i); 3. Malmkrog nicht datiert, 4. Deutschkreuz 1794(i), 5. Felsendorf 1904(i), 6. Malmkrog 1926(i), 7. Bodendorf, 8. Zunftzeichen

Mauerwerk und Putz – Schadensbilder und Ursachen

Unterlassende Instandhaltung

Neben den Dachflächen bilden die Mauerwerkswände die größten raumabschließenden Flächen der Gebäude mit einer Vielfalt von möglichem Schadenfällen, wie sie in der Übersicht auf Seite 13 zusammengefasst sind. Die einzelnen Schäden und ihre Ursachen werden in diesem Abschnitt in ihren Zusammenhängen genauer beschrieben und für den Bestand bewertet. Wie bereits in der Übersicht dargestellt ist eine Gliederung nach verschiedenen Kriterien möglich. Hier werden die Schäden nach einer kurzen Darstellung der fatalen Folgen unterlassener Instandhaltung maßnahmenorientiert in Feuchteschäden, konstruktive Schäden und Oberflächenschäden eingeteilt.

Viele Schäden ließen sich sehr einfach durch eine kontinuierliche Instandhaltung vermeiden. Es ist mitunter nur schwer verständlich, warum einfachste Reparaturen nicht gemacht und damit ein Haus sehenden Auges dem Untergang geweiht wird.

- Defekte oder fehlende Regenrohrleitungen.
- Defekte Deckung von Dächern und Gesimsen.
- Abgewetterte und über lange Zeit nicht erneuerte Schutzanstriche.
- Schadhafter Putz: Abplatzungen, Absanden, fehlende Schutzanstriche, Rückwitterung bis zum vollständigen Materialverlust.
- Instandhaltungsrückstau im Umfeld der Fassade: bauwerksschädigender Bewuchs, zugewachsene Oberflächendrainage.

Welch schleichende, aber am Ende zerstörerische Wirkung eine mangelhafte Oberflächendrainage für das gesamte Bauwerk haben, kann zeigen die Fotos und Skizzen S. 34.5-8 von zwei Gebäuden in Deutsch-Weisskirch und Keisd. Das Fugengerüst des Grundmauerwerks wurden durch ständiges Sickerwasser der Oberfläche aufgequollen und ausgespült, sodass die innere Mauerwerksschale herausbrach und schließlich das gesamte Gebäude teilweise zum Einsturz brachten.

Die häufigsten Schäden an alten Häusern werden durch Feuchtigkeit verursacht. Wasser, sowohl in flüssigem, wie auch in

1. Folge eines dauerhaft fehlenden Regenrohres.

2.+3. Mangelnde Instandhaltung an Dach und Fassade führt zu schweren Folgeschäden.

4. Gehölze mit Dickenwachstum sollten von der Sockelzone entfernt werden.

5. Die Verstopfte Drainage führt ständig Wasser an das Grundmauerwerk.

6.+7. Das Fugengerüst quillt auf, die innere Mauerschale stürzt ein.

8. Das aufgehende Mauerwerk sackt ab und stürzt schließlich vollständig ein.

Feuchteschäden – Begriffsbestimmungen

gasförmigem Zustand hat die Tendenz, Gleichgewichte herzustellen, indem es vom feuchteren zum trockneren Bereich wandert. Dies gilt in der Natur ebenso wie in den komplexen physikalischen Zusammenhängen eines Bauwerkes. Um Feuchtigkeit und mögliche Schäden infolge zu hoher Feuchtigkeit beurteilen zu können, müssen zunächst einmal die Parameter bestimmt werden, die die bauphysikalischen Materialeigenschaften und Zusammenhänge kennzeichnen. Bestimmend hierfür sind:

Die **relative Luftfeuchtigkeit,** gemessen in Masse-% bezogen auf die Wassersättigung der Luft (100%). Die relative Luftfeuchtigkeit ist stark abhängig von der Temperatur. Wie aus Diagramm 35.1 hervorgeht. So enthält Luft von 20°C und 50% relativer Luftfeuchtigkeit eine absolute Wassermenge von etwa 8 g/m³. Sinkt die Temperatur nun auf 8°C ab, so bedeutet die gleiche Wassermenge eine 100% Sättigung der Luft, sinkt die Temperatur weiter, wird die bis dahin gasförmige Luftfeuchtigkeit zu flüssigem Wasser kondensiert.

Die Luftfeuchtigkeit beeinflusst direkt die **Materialfeuchte** aller porösen Baustoffe und umgekehrt. So wird beispielsweise in einem Raum mit einer feuchten Wand die relative Luftfeuchtigkeit ansteigen, die sich dann wiederum auf andere Bauteile auswirkt oder an anderer Stelle kondensiert.

Diese **Ausgleichsfeuchte,** auch **Sorptionsfeuchte** oder spezifische **hygroskopische Feuchte** eines Baustoffes bezeichnet die Materialfeuchte in Masse-%, die sich automatisch bei einer bestimmten Luftfeuchtigkeit einstellt (Diagramm 35.2 für Kalkputz). Es ist dies die Wassermenge, die poröse Baustoffe aus der Umgebungsluft bzw. angrenzenden Stoffen aufnehmen und durch Kapillarkondensation infolge physikalischer Gesetzmäßigkeiten in ihren Porengefügen fest einbinden. Diese Wassermenge ist für unterschiedliche Baustoffe sehr verschieden, wie das Diagramm 35.3 zeigt. Ein Sandstein etwa enthält bei 20°C und 50% rel. Luftfeuchtigkeit 2 Vol% = 20 kg/m³ oder 20.000 g/m³ Wasser gegenüber 8 g/m³ der Luft bei gleichen Verhältnissen.[32] Baustoffe mit ihrer spezifischen Ausgleichsfeuchte können als trocken bezeichnet werden, jedoch ist dies in der Wirklichkeit kein stationärer Zustand, sondern ein höchst

D 35.1. Wassergehalt der Luft in Abhängigkeit von der Temperatur. [33]

D 35.2. Absorption und Desorption von Kalkputz bei Änderung der Luftfeuchte von 40% auf 80% . [34]

D 35.3. Ausgleichsfeuchte verschiedener Baustoffe [35]

dynamischer, also permanenten Veränderungsprozessen unterworfen.

Aus dem Diagramm 35.3 geht übrigens auch hervor, dass für einen direkten Kontakt mit Holz Lehm der einzige ideale Baustoff ist. Er hat einerseits eine hohe Hygroskopizität und kann eine relativ große Wassermenge speichern, die Ausgleichsfeuchte liegt aber gleichzeitig deutlich unter der des Holzes, sodass der Lehm Feuchtigkeit aus dem Holz ziehen kann. Damit ist ein gegenseitiger Ausgleich bei veränderlichen Feuchteverhältnissen der Umgebung unter Dach unterhalb einer holzschädlichen Ausgleichsfeuchte von 20% am besten gewährleistet.

Es gibt aber auch Stoffe, die überhaupt kein Wasser aufnehmen können, dazu zählen u.a. viele Kunststoffe wie PVC und Glas (auch Glaswolle).

Eine andere Art der **Hygroskopizität** führt bei Salzen zur Wasseraufnahme: Wassermoleküle werden in der Kristallstruktur der Salze bis zu deren Auflösung chemisch gebunden.

Der **Wasseraufnahmekoeffizient,** bezeichnet als w-Wert kennzeichnet die **Saugfähigkeit** eines Baustoffes in Abhängigkeit von der Zeit und damit die Geschwindigkeit, in der Wasser aufgenommen werden kann. Er wird gemessen in kg/m²h 0,5.

Ein Baustoff mit großem Porenvolumen kann deutlich mehr Wasser aufnehmen als ein feinporiger mit kleinem Porenvolumen.

Kapillarität und aufsteigende Feuchtigkeit

Die **kapillare Leitfähigkeit** ist entscheidend für den Wassertransport innerhalb des Baustoffes. Die Porosität als Gerüst für die Leitfähigkeit ist gekennzeichnet von einer Reihe verschiedener Eigenschaften, insbesondere von dem Porenvolumen, das die maximale Wasseraufnahme bestimmt, der Porengeometrie, die ein zusammenhängendes Porengefüge aus durchgehenden Kapillaren, Verzweigungen und Verbindungen oder einzelne geschlossene Poren zeigt, und der Porengröße, die besonders für die **Steighöhe** verantwortlich ist. In den einzelnen Materialien sind diese Eigenschaften, hier nur vereinfacht wiedergegeben, sehr unterschiedlich kombiniert. Ein sehr interessanter Zusammenhang besteht zwischen der Porengröße und den Mechanismen zur Wasseraufnahme: Je größer die Poren, desto größer ist auch die **Sauggeschwindigkeit**, aber umso kleiner die Steighöhe, und umgekehrt: Je feiner die Pore, desto höher ist die Steighöhe, aber die Sauggeschwindigkeit sinkt rapide ab, sodass es unwahrscheinlich wird, dass die maximale Steighöhe überhaupt erreicht werden kann, da ja dem Saugvorgang die Verdunstung gegenübersteht. In einem Mauerwerk stellt sich also ein **Gleichgewicht** ein, das abhängig ist von der Porengröße und -verteilung der Baustoffe, dem möglichen Feuchteeintrag und der Verdunstungsleistung der Wandoberflächen.

Diese Gesetzmäßigkeiten sind aber nur innerhalb bestimmter Grenzen für die Porengrößen gültig. Sie werden in Kapillarradien zwischen 0,1 µm und 100 µm definiert. Wird der Kapillarradius sehr groß, sinkt die Steighöhe gegen null, wird er sehr klein, kommt die Wasseraufnahme zum Erliegen. Dies ist auch der Grund, warum zementgebundene Baustoffe mit sehr kleinen Porenradien praktisch keine kapillare Saugfähigkeit haben. Umgekehrt ist damit auch die Kapillarbrechung sehr großer Poren (Makroporen, Luftporen) erklärbar, die die Wasserfüllung der Poren wegen ihrer geringen Steighöhe unterbrechen.[36]

Üblicherweise wird bei durch Feuchtigkeit geschädigtem Sockelmauerwerk sofort als Ursache „aufsteigende Feuchte" diagnostiziert, also Feuchtigkeit, die in flüssiger Form aus dem Boden über die Fundamente in den Kapillarporen des Materials nach oben steigt und sich am Mauerwerk oberhalb des Erdreiches zeigt. Neuere Erkenntnisse durch Langzeituntersuchungen und wissenschaftliche Analysen vorhandener Schäden haben jedoch erwiesen, dass das Phänomen aufsteigender Feuchtigkeit in der Vergangenheit weit überschätzt wurde.

So wurden verschiedene Probekörper in Wasser gestellt und über lange Zeiträume vermessen. Danach ist die Steighöhe von Mauerwerksproben mit 20–30 cm sehr gering. Allein Kalkmörtel erreicht mit bis zu 2.00 m eine große Steighöhe, wie Diagramm 36.1 zeigt. Leider geben diese Untersuchungen keine genaueren Aussagen zu anderen historischen Mörtelzusammensetzungen, wie sie in Siebenbürgen typisch sind, also etwa zu Lehmmörteln, jedoch kann man aufgrund der Materialeigenschaften von Lehm davon ausgehen, dass hier die kapillaren Steighöhen deutlich geringer sind.

Für die tatsächlichen physikalischen Vorgänge in einer Wand müssen aber noch weitere Parameter berücksichtigt werden: Die Art der Vermauerung, ob nur die Lagerfugen (teilfugig) oder Lager- und Stoßfugen (vollfugig) vermörtelt sind, spielt eine ebenso entscheidende Rolle wie das Wasseraufnahmevermögen (Sättigungsgrad) in M-% und der Wasseraufnahmekoeffizient (w-Wert) der verschiedenen Baustoffe, der ihre Saugfähigkeit pro Zeiteinheit kennzeichnet. Im Verbund verschiedener Baustoffe wie Putz und Mauerwerk sind aber nicht allein die Saugfähigkeit und Wasseraufnahme beider Baustoffe entscheidend, sondern auch, wie die kapillaren Porenstrukturen beider Baustoffe zusammenpassen. Bei dem Übergang von Feuchtigkeit von einem Baustoff zum anderen ist ein deutlicher **Übergangswiderstand** nachgewiesen, der für die Kapillarität des gesamten Bauteils Wand berücksichtigt werden muss. So hat sich herausgestellt, dass bedingt durch die unterschiedlichen Porenstrukturen und damit die unterschiedlichen Saugspannungen Mörtel weniger Feuchtigkeit aus einem feuchten Ziegel aufnimmt als umgekehrt.[37]

Daher kann man zusammenfassend feststellen, dass Feuchtigkeit nahezu ausschließlich im Kalkputz aufsteigt und über diesen Weg die Oberflächenbereiche des Mauerwerks durchfeuchtet. Ein kapillarer Aufstieg im Mauerwerk durch die Schichtungen von Stein – Lagerfuge – Stein und so weiter hindurch kann nahezu vernachlässigt werden. Gleichwohl kann dies bei einem dicken und vollfugigen Mauerwerk mit kleinformatigen Steinen und einem hohen zusammenhängenden Mörtelanteil sehr wohl allein über das Mörtelgerüst geschehen (Abb. 38.2).

Diese Gesetzmäßigkeiten der unterschiedlichen Kapillarität wie des Übergangswiderstandes von Lagerfugen haben die alten Baumeister wohl einzusetzen verstanden, indem sie im erdberührten Mauerwerk kapillar unwirksame Bruchsteine verwendet haben und zum oberen Abschluss des Sockels eine oder mehrere Lagen großformatiger Bruchsteine ohne Stoßfugen verlegt haben. Damit ist eine kapillar aufsteigende Feuchtigkeit praktisch ausgeschlossen.

Der Übergangswiderstand wirkt aber nicht nur von unten nach oben, sondern auch horizontal, also etwa bei einem

D 36.1. Gemessene Steighöhen in Proben aus Ziegelmauerwerk und Kalkmörtel.[38]

D 36.2. Feuchteverteilung in Binder- und Läufersteinen. Deutlich wird der Übergangswiderstand in den Läuferschichten, während die Binderschicht eine gleichmäßige Feuchteverteilung zeigt.

Tabelle: Technische Materialkennwerte für Mauerwerksmaterialien und Putze

Material / Putzart	Dichte	Druck-festigkeit	Biegezug-festigkeit	Haftzug-festigkeit	E-Modul	H_2O Diff. Widerst.	H_2O Aufnahme	H_2O Aufn. Koeffizient	Luftporen Gehalt	Wärme-leitfähigkeit	Wärme-Kapazität
	kg/dm³	N/mm²	N/mm²	N/mm²	10^3N/mm²	µ	M%	Kg/m²h0,5	V%	W/mK	kJ/kgK
Granit, Synit	2,6 – 2,8	160 – 240	10 – 20		40 – 80	50 – 200	0,2 – 0,5		Sehr niedrig	3,5	0,91
Kalkstein*	2,4 – 2,8	20 – 90	5 – 8		40 – 70	50 – 200	0,2 – 10		Sehr niedrig	2,1 – 2,3	0,88
Sandstein*	2,0 – 2,6	30 – 180	3 – 15		5 – 30	20 – 50	0,2 – 9		niedrig - mittel	2,1	0,88
Tuffstein*	1,3	5 – 25	1 – 4		30 – 80	4 – 10	6 – 15		Hoch	0,8	0,88
Strohlehm	0,8 – 1,6	1,7 – 2,5	1,2 – 1,7		4,35	2 – 5			30 – 60	0,25 – 0,8	1,1
Massivlehm	1,8 – 2,2	2 – 5			4,35	5 – 10				0,8 – 0,9	1
Vollziegel**	1,4 – 1,8	8 – 25	4 – 10		5 – 20	5 – 10	18 – 22			0,45 – 0,8	0,92
Kalkputz	1,2 – 1,6	1 – 2	0,5 – 1	0,1 – 0,2	2 – 10	9 – 15	25	5 – 20	20 – 30	0,8 – 1,1	0,96
Hochhydraulischer Kalkputz	1,6 – 1,8	4 – 20	3 – 9	0,2 – 0,4	5 – 15	15 – 35	25		10 – 20	0,87	0,96
Zementputz	1,7 – 2,2	10 – 30	2 – 7	1,0 – 2,0	10 – 50	50 – 100	15	0,1 – 0,3	10 – 15	0,9	1 – 1,1
Lehmputz	1,6 – 1,8					6 – 10		10 – 20		0,4 – 0,8	
Gipsputz	1,0 – 1,2	2 – 5	0,5 – 1	0,3 – 0,9	5 – 15	8 – 12			15 – 25	0,4 – 0,6	0,85
Sanierputz	0,9 – 1,5	1,5 – 4	1 – 3	0,2 – 0,4	5 – 15	10 – 18		0,1 – 0,4	40 – 55	0,15	0,9

Zusammengestellt nach verschiedenen Literaturangaben [39]

* Hier sind nur Grenzwerte für die Gesteine angegeben. Die tatsächlichen Werte können erheblich differieren und müssen bei Bedarf am Objekt ermittelt werden.

** Angaben nach Normwerten. Die tatsächlichen Werte im Altbaubestand können erheblich differieren und müssen bei Bedarf am Objekt ermittelt werden.

Abb. 38.1. Feuchtebelastungen im Wandquerschnitt. [40]
1. Schlagregen, 2. Oberflächenwasser, 3. Spritzwasser, 4. Bodenfeuchtigkeit, Schichtenwasser, Sickerwasser, 5. Tauwasser; 6. Verdunstungsflächen Wand und Boden

Abb. 38.2. Kapillarer Anstieg von Feuchtigkeit vor allem im Putz und über das Fugengerüst der Wand.

bewetterten Außenputz gegenüber den nachfolgenden Ziegelsteinen, wie in Diagramm 36.2 dargestellt.
Aus diesen Überlegungen folgt aber nicht, dass es aufsteigende Feuchtigkeit nicht gäbe. Sie findet nur eben vorwiegend in homogenen fugenlosen Bauteilen wie durchgehenden Putzschichten oder voluminösen Mörtelgerüsten etwa in Bruchsteinmauerwerk statt (Abb. 38.2).
Betrachtet man einmal eine Kellerwand, wie sie in vielen Häusern typisch ist, im Querschnitt (Abb. 38.1), so lassen sich daran die Feuchtebelastungen beschreiben und lokalisieren. Oberhalb des Erdreiches sind dies vor allem temporäre Wetterereignisse:

- Schlagregen,
- Oberflächenwasser und Spritzwasser im Sockelbereich, ggf. verstärkt durch mangelhaft instand gehaltene Oberflächendrainagen oder
- Regenwasser aus defekten oder unzureichend ableitenden Regenfallrohren.

Unterhalb des Erdreiches finden wir eher kontinuierliche Feuchtebelastungen, die aber durchaus im Jahreszyklus oder anderen Zeitverläufen sehr veränderlich sein können:

- permanente Erdfeuchte seitlich und unterhalb des Mauerwerks,
- Sickerwasser in oberflächennahen Bereichen,
- Schichten und Grundwasser,
- ggf. Feuchtebelastungen aus Sickergruben, defekten Rohrleitungen,
- Durchwurzelungen, die einen Feuchteintrag bis tief in das Mauerwerk hinein bewirken können.

Nach der physikalischen Gesetzmäßigkeit des Ausgleiches muss der Wasseraufnahme infolge dieser Feuchtebelastungen, die durch Kapillarität und durch Sickerwasser in das Mauerwerk eindringt eine gleiche Menge Wasserabgabe gegenüber stehen. Diese kann nur durch **Verdunstung und Diffusion** an der Wandoberfläche geschehen und ist abhängig von der Offenporigkeit der Wandoberfläche der rel. Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung und Temperatur. Wenn man diese Faktoren über einen längeren Zeitraum als konstant annimmt, wird die Verdunstungsleistung letztlich von der Verdunstungsfläche bestimmt. Es wird sich also eine **Durchfeuchtungshöhe** einstellen, deren Pegel der Wasseraufnahme entspricht (Abb. 39.1). Zusammengefasst ist dies in der Formel: [41]

Wasseraufnahme = Wasserabgabe

Kapillarität + Sickerwasser — **Verdunstung + Diffusion**

Abb. 39.1. Feuchtegleichgewicht in einem ungestörten Wandquerschnitt.

Abb. 39.2. Feuchtegleichgewicht einer am Sockel abgedichteten Wand im Querschnitt: Der Feuchtehorizont steigt an.

3. *Der Feuchtehorizont steigt über den abgedichteten Sockelbereich.*
4. *Die Verdunstungsfläche der Wand ist auf einen schmalen Streifen begrenzt. Erhöhte Feuchte und Salzausblühungen sind die Folge*

Wird die Verdunstungsleistung herabgesetzt etwa durch eine diffusionsdichte Beschichtung auf der Wandinnenseite oder, wie in Abb. 39.2 dargestellt, die Verdunstungsfläche durch einen diffusionsdichten Sockel verringert, so wird nach dem Gesetz des Gleichgewichtes die Verdunstungsfläche an anderer Stelle aufgebaut, in der Regel durch kapillaren Anstieg des Feuchtehorizontes in dem Mauerwerk. Die Folgen dieses physikalischen Ausgleichsprozesses können sehr vielfältig sein. So kann es zum Beispiel zu einer Durchfeuchtung von Mauerwerksbereichen in den Wohnzimmern kommen, in deren Folge dann die Wärmedämmeigenschaften der Wand drastisch absinken, es folgen Kondensation, Schimmelbildung und holzzerstörende Prozesse.
In Häusern alter Bauweise dürfen daher Offenporigkeit und Verdunstungsflächen nicht durch dichte Baustoffe beeinträchtigt werden. Die Verdunstung von Feuchtigkeit von den Wandflächen im Sockelbereich gehört zur Bauphysik und zum Erscheinungsbild alter Häuser und sollte akzeptiert und gefördert werden.

Im Vergleich zur aufsteigenden Feuchtigkeit werden die Schäden durch bauschädigende Salze in der Regel unterschätzt. Gerade im Sockelbereich wird hier vermutlich sehr häufig eine falsche Diagnose gestellt, was für die Planung von Maßnahmen zur Trockenlegung eine fatale Fehleinschätzung sein kann, weil je nach tatsächlicher Sachlage völlig unterschiedliche Instandsetzungsmaßnahmen angezeigt sind. Ein Bauteil, das durch flüssiges Wasser feucht geworden ist, muss anders behandelt werden als eines, das wegen erhöhtem Salzgehalt feuchter ist als es sein sollte.

Über die Arten, Wirkungsweisen und Behandlungsmethoden bauschädigender Salze ist in der Vergangenheit viel geforscht worden. In der Literatur sind die Meinungen hierzu relativ einhellig, sehr unterschiedlich wird jedoch die Herkunft bzw. die Ursache für die Salzbelastung bewertet. Die gängige Ansicht war bislang, die Salze würden aus dem Erdreich gelöst durch den stetigen Wassertransport ins Mauerwerk eingebracht, dort über den kapillaren Aufstieg in die Verdunstungs-

Diagramm 39.5. [42]
Sorptionsfeuchte eines salzbelasteten Putzes in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte
Kurve A: Messung einer Probe im Entnahmezustand
Kurve B: Messung der gleichen Probe nach Auswaschen mit destilliertem Wasser
Kurve B repräsentiert die materialspezifische Ausgleichsfeuchte, in der Kurve A ist zusätzlich die salzhygroskopische Feuchte enthalten.

Bauschädigende Salze

Fotos Seite 40.

1.–3. Salzschäden entstehen meistens am oberen Rand des Feuchtehorizontes, wo die Feuchtigkeit verdunstet und die Salze auskristallisieren. Damit ist fortschreitender Materialverlust der Randzonen und eine Zermürbung des Mörtels verbunden.

4. Salzausblühungen in einem ehemaligen Stallgebäude.

5. Die härter gebrannten Schmolzziegel sind dichter und weniger porös.

zonen verfrachtet und schließlich in den Randbereichen angereichert, wo das Wasser verdunstet und die Salze gelöst oder in kristalliner Form zurückbleiben. Wenn es aber aufsteigende Feuchtigkeit in nur sehr reduzierter Form gibt, können auch Salze auf diese Weise nur in geringem Maße eingebracht worden sein. Eine plausible Erklärung wird mit Nutzungs- und Hygieneverhalten früherer Zeiten gegeben.[43] Tatsache ist, dass noch vor einem Jahrhundert eine sehr viel intensivere Tierhaltung in allen Siedlungen üblich war, und dass auch die hygienischen Verhältnisse in den Wohnungen und im Wohnumfeld erschreckend übel gewesen sein müssen, wie einschlägige Berichte darüber glaubhaft machen. Dies betraf aber besonders die eng besiedelten Städte und großen Gemeinden, wo sich offenbar Kot aus Wohnungen und von den Straßen an den Hauswänden anhäufte. In den dünn besiedelten siebenbürgischen Dörfern sind allerdings solche desaströsen Verhältnisse kaum vorstellbar, insbesondere, wenn man die ja vielerorts bis heute überlieferten hygienischen Verhältnisse berücksichtigt. Wie dem auch sei, es scheint so, dass die Hausfassaden in den Dörfern generell geringer durch Salze belastet sind als in den Städten, durch Untersuchungen belegt ist diese Einschätzung jedoch nicht. Tatsache ist jedoch, dass in den Dörfern Stallgebäude eine deutlich höhere Schädigung zeigen, wie sie für Salzbelastung typisch ist, als Wohngebäude.

Die meisten Salze sind stark hygroskopisch, sie können Wasser aus der Luft aufnehmen, an die Salzmoleküle anlagern und damit ihre Struktur bis zur Verflüssigung ändern. Diese Hygroskopizität ist völlig anderer Art als die oben beschriebene materialspezifische Hygroskopizität der Baustoffe, kann sich mit dieser aber überlagern. Ein salzbelasteter Putz etwa zeigt bei gleichen klimatischen Verhältnissen eine deutlich höhere Feuchtigkeit als der gleiche salzfreie Putz (Diagramm 39.5). Die Differenz ist die hygroskopische Wasseraufnahme des Salzes.

Die wichtigsten bauschädlichen Salze sind die leicht löslichen **Nitratverbindungen**, die etwas schwerer löslichen **Chloridverbindungen** und die **Sulfatverbindungen**. Nitratsalze sind vor allem auf die tierischen Ausscheidungen in landwirtschaftlichen Betrieben zurückzuführen, während Sulfate im Boden oder in Baumaterialien wie Ziegelsteinen selbst vorhanden sind. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Lösbarkeit im Wasser bilden die Salze verschiedene Feuchtehorizonte am Mauerwerk. Die tatsächlichen physikalischen und chemischen Abläufe und Wechselwirkungen der Stoffe im Gestein und Putz sind höchst kompliziert und in ihrer ganzen Komplexität im Rahmen dieses Buches kaum darstellbar. Jedenfalls liegt in der starken Hygroskopizität der Salze in Abhängigkeit der relativer Luftfeuchtigkeit ihre bauschädigende Wirkung. Die Einlagerung von Wassermolekülen in ihre Kristallstruktur geht mit einer Volumenvergrößerung einher, die dann einen Druck auf das umgebende Porengefüge ausübt. Einen noch größeren Druck erzeugt aber die Kristallisation, die einsetzt, wenn das Wasser, in dem das Salz zunächst gelöst ist, verdunstet. Dieser **Kristallisations- und Hydrationsdruck** der Salze führt ähnlich wie der Kristallisationsdruck von zu Eis kristallisierendem Wasser zur Zerstörung der Porenstruktur in der Randzone des Baustoffes.

Salzbelastete Steine, besonders kapillar wirksame Sandsteine und Ziegelsteine sind erkennbar an den stark gerundeten Außenkanten als Folge des langsam fortschreitenden Materialverlustes der Randzonen im Material. Die Fugen sind durch den Bindemittelverlust sandig und sehr stark erweitert. Solche Bereiche finden sich meistens in oder oberhalb der Sockelzonen unterhalb des erkennbaren Feuchtehorizontes, weil hier die ständig wechselnde relative Luftfeuchtigkeit einhergeht mit einer ungleichmäßigen Verdunstung der Feuchtigkeit aus dem Mauerwerk und damit mit einem ständigen Wechsel von Lösung und Kristallisation der Salze.

Kondensation

Eine weitere Ursache für Feuchteschäden ist die Kondensation. Kondensationsfeuchte entsteht dann, wenn die Luft nicht mehr die dampfförmige Wassermenge aufnehmen kann, wenn also die relative Luftfeuchtigkeit 100% übersteigt (→Relative Luftfeuchtigkeit S. 35). Es wird dann der Sättigungsgrad der Luft überschritten. Dies geschieht in der Regel dann, wenn die Luft abkühlt und damit die Taupunkttemperatur unterschreitet, weil die kältere Luft nur eine sehr viel geringere Wassermenge aufnehmen kann. Im Raum passiert dies meistens dort, wo wärmere Raumluft abkühlt, also an kälteren Flächen der Umfassungswände wie in schlecht belüfteten fußbodennahen Bereichen oder an Fensterleibungen. In Räumen mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit wie etwa in Küchen oder Bädern reicht dann mitunter ein kaum spürbarer Temperaturunterschied zum Unterschreiten des Taupunktes und damit zur Ausfällen von Kondens- oder Tauwasser.

In kühlen Innenräumen z. B. in Kellerräumen spielt die Sommerkondensation eine große Rolle, wenn die warme Außenluft ins Gebäude dringt und an den durch die großen Mauerstärken noch kalten Innenseiten der Außenwände kondensiert. Begünstigt wird die Kondensation an Nordwänden, den Hauptwindrichtung ausgesetzten Seiten und an feuchten Wänden, überall, wo die Oberflächentemperatur zusätzlich abgesenkt wird.

Die Nutzung, insbesondere das Heiz- und Lüftungsverhalten spielt ebenfalls eine bedeutende Rolle für die Bildung von Kondensationsfeuchte. Das Heizen mit Einzelöfen und Holzfeuerung etwa erzeugt eine höhere Raumluftfeuchte als eine Zentralheizung, die aber die Luft mitunter so weit austrocknet, dass Mobilar wie auch die Gesundheit der Bewohner Schaden nehmen können. Die größte Gefahr für Schäden durch Kondensationsfeuchte entsteht in Küchen, in denen im Winter mit dem offenen Suppentopf auf dem Herd geheizt wird (Foto 41.4).

Insbesondere bei Umbau- und Modernisierungsvorhaben sollte man Heizung, Fenster, Dämmung und Lüftungsverhalten so aufeinander abstimmen, dass die Bildung von Kondensationsfeuchte ausgeschlossen wird, denn bei solchen Eingriffen werden in der Regel die raumklimatischen Bedingungen erheblich verändert.

Schäden durch Spritzwasser, Frost und Salzeintrag im Sockelbereich

Ein typisches Schadensbild an sehr vielen Häusern ist auf eine Verkettung verschiedener Ursachen und Vorgänge zurückzuführen:

- Mangelnde Instandhaltung des Sockelputzes. Ohne den schützenden Putz ist das darunter liegende Mauerwerk den weiteren Zersetzungen ausgeliefert.
- Häufig tritt der Schaden auch dort auf, wo verstärkt Regenwasser anfällt, also rund um den Ablauf von Regenrohren oder in der Nähe von Gossen. Das Ausspülen von Mauerwerksfugen trägt dann erheblich zur Materialdurchfeuchtung und -Zerstörung bei.
- Ungünstige Materialauswahl für das Sockelmauerwerk. Dieses Schadensbild ist meistens an Häusern zu finden, die mit weich gebranntem Ziegelmauerwerk unmittelbar über dem Erdreich errichtet sind. Bis zu einer spritzwassersicheren Höhe von etwa 40 cm sollte Mauerwerk immer aus Naturstein, oder mindestens aus hart gebrannten Ziegelsteinen errichtet sein.
- Hinzu kommt häufig eine glatte Flächenversiegelung des Bodens am Haus aus Betonplatten. Diese fördert bei Regen Spritzwasser gegen die Sockelzone und verhindert gleichzeitig die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit. Folge ist eine erhöhte Feuchtebelastung der Grundmauern unterhalb des Niveaus und damit
- ein erhöhter kapillarer Wassertransport in der Wand. Dieser trifft bei porösen, weich gebrannten Ziegeln auf eine gute Saugfähigkeit, sodass damit auch von innen eine höhere Feuchtebelastung der Sockelzone folgt.
- Die Materialzerstörung schließlich ist Sache von Frost und Salzen, wie es auf Seite 38 beschrieben ist.

Die möglichen Folgen dieses Schadensfalles gehen aus der Abb. 43.5 hervor. Schäden sind dann nicht mehr örtlich begrenzt, sondern wirken sich auf das ganze Gebäude aus.

Man kann auch an diesem Schadensszenario sehr deutlich erkennen, dass zuerst und hauptsächlich eine Pflege, Instandhaltung und sorgsame Benutzung des Hauses und seines Umfeldes erforderlich ist, um dauerhaft den Bestand zu erhalten. Dabei müssen alle Maßnahmen das gesamte komplexe bauphysikalische Gebilde Haus im Blick behalten und dürfen sich nicht nur auf einzelne Aspekte wie die Abdichtung des Sockels beschränken.

Fotos Seite 41.

1.–3. Ohne schützende Putzschicht wird das Ziegelmauerwerk durch Spritzwasser und in der Folge durch Frost und Salze zerstört.

4. Wer so heizt, darf sich über Feuchteschäden , Algenwachstum und ungesundes Raumklima nicht beschweren.

Unter derartigen Verhältnisses wie hier in Malmkrog leides jedes Gebäude. Es ist immerhin erstaunlich, wie viel mit Kalk geputzte Fassaden aushalten können.

Auf die Bedeutung des Baugrundes und der Geländegestaltung rund um das Haus für eine dauerhafte Standsicherheit wurde bereits hingewiesen. Auch hier spielt das Wasser eine entscheidende Rolle, indem es die Qualität und Festigkeit des Grundes auch unter den Fundamenten beeinflusst. Im Abschnitt über den Baugrund sind hierfür bereits Ursachen genannt, die in den physikalischen Eigenschaften tonhaltiger Untergründe zu suchen sind: Plastizität und Quell- und Schwundverhalten. Diese sind abhängig vom Wasserhaushalt des Untergrundes. Untergrund, Gebäude und Nutzungen im Umfeld des Gebäudes wie Brunnen, Gruben, Flächenversiegelungen, Erschütterungen durch Straßenverkehr u. v. m. stehen in Wechselwirkungen, die zu unterschiedlichen Trocknungen des Untergrundes und damit zu Setzungen führen können.

Schichtenwasser, das nur zu bestimmten Zeiten auftritt oder ein schwankender Grundwasserspiegel können Ausspülungen oder Verdichtungen unter den Fundamenten und damit unterschiedliche Setzungen verursachen. In unmittelbarer Nähe eines Brunnens oder einer Grube zeichnen sich Bewegungen des Untergrundes mitunter sehr deutlich ab.

Auch Pflanzenwuchs kann die Stabilität des Bodens beeinflussen. Wurzelwerk von Bäumen kann etwa als Befestigung von Hanglagen dienen, umgekehrt kann Wurzelwerk Fundamente verschieben und beschädigen. Große Bäume sind aber auch ein Bestandteil der gewachsenen Situation, meisten ja in einem stabilen Gleichgewicht. Das Fällen von großen Bäumen in Gebäudenähe und das Entfernen des Wurzelballens ist daher immer

auch ein Eingriff in die statische Situation und sollte sehr gut überlegt sein. Hingegen sind Wildwuchs in unmittelbarer Gebäudenähe und Durchwurzelungen der Grundmauern immer ein Zeichen von Vernachlässigung, schädlich für das Bauwerk und unerwünscht.

Unterschiedliche Setzungen werden sich meistens in ausgeprägten Rissbildern zeigen. Aber auch ein Neigen eines ganzen Mauerwerkskörpers, insbesondere von freistehenden Mauern kann auf eine Setzung der Fundamente zurückzuführen sein (Schadensfall Nr. 11 in der Übersicht, Foto 43.4). Aber Vorsicht, Setzung ist umgekehrt nicht immer die Ursache für ein geneigtes Mauerwerk, wie aus der Skizzenreihe in Abb. 43.5 hervorgeht.

Es bleibt also dabei: Die tatsächlichen Ursachen müssen für jeden Schadensfall individuell ermittelt werden. Und, um die Sache noch etwas komplizierter zu machen, haben ja nur die wenigsten Schäden an der tragenden Konstruktion der Häuser auch konstruktive Gründe. Sehr viele Schäden an der Substanz des Gebäudes gehen auf unterlassene Instandhaltung oder auf fehlerhafte Maßnahmen in der jüngeren Vergangenheit zurück.

An dieser Stelle sei noch kurz auf die **Gefahr von Erdbeben** für die Standsicherheit hingewiesen. Gewiss, das Risiko von Erdbeben ist latent vorhanden. Aber es lassen sich im Bestand der Bauernhäuser nur sehr schwer Schäden durch vergangene Erdbeben etwa durch bestimmte Rissbildungen nachweisen. Anders als in Türmen und Kirchen ist das Verhältnis von Wandhöhe zu Wandstärke in den Bauernhäusern sehr klein und damit Schwingungen nur wenig ausgesetzt. Auch die Wandlängen, die Kompaktheit der Häuser und ihre Kubaturen sprechen nicht für eine besondere Gefährdung durch Erdschwingungen, sodass diese Ursache bei der Schadensbeurteilung nur eine geringe Rolle spielt

Der **Eintritt von Sickerwasser** durch die Grundmauern kann zum Quellen und zum Auswaschen der Fugen und dann zum Versagen der Tragfähigkeit führen. Ein Fallbeispiel zu diesem Schadensfall ist auf Seite 34, rechte Spalte, Fotos 4–8 dargestellt. Sickerwasser ist auch aus diesem Grund mit Sorge zu betrachten und man sollte die Substanz der Fugen im Auge behalten.

Fotos Seite 43.
1.–3. Kipprisse infolge unterschiedlicher Setzungen von Traufwänden und Fassaden

4. Kippen einer Torwand infolge Setzung

A Innen Außen B C D

Abb. 43.5.
Das gleiche Schadensbild, aber eine andere Ursache: Fortschreitender Substanzverlust an der Außenseite des Mauerwerks (zuerst Putz, dann Rückwitterung der Fugen) führt zu einer höheren Fugenpressung in diesem Bereich und damit zu einer leichten Neigung der Wand. Mit der Neigung verlagert sich die Schwerachse der Wand in den vorgeschädigten Wandbereich und der Prozess beschleunigt sich bis zum Einsturz.

Verformung der Fassade, Schäden am Traufgesims

Ein Schadensfall erscheint an zahlreichen Wohnhäusern Siebenbürgens: Regenwasser tropft vom Krüppelwalm des Giebels nicht auf das Giebelgesims über den Fenstern, um von dort schadenfrei abzulaufen, sondern gegen die Fassadenfläche unmittelbar oberhalb des Gesimses. Diese Kehle zwischen Gesimsabdeckung und aufgehendem Mauerwerk scheint in vielen Fällen so geformt zu sein, dass hier dauerhaft Regenwasser in die Wandkonstruktion gelangen und diese allmählich zerstören kann. Mag hier mit einem vielleicht zu geringem Dachüberstand eine konstruktive Schwäche des siebenbürgischen Bauernhauses gegeben sein? Ist dies womöglich aus der Entwicklungsgeschichte des Hauses erklärbar, indem die Giebel zunächst nur mit leichten Materialien z. B. verbrettert waren, und mit der später eingeführten zusätzlichen Belastung statische Probleme geschaffen wurden, wie dies auch die Kipprisse auf Seite 43 vermuten lassen?

Bei der Untersuchung dieses Schadens tritt häufig eine Verformung der Fassade zutage, eine Ausbeulung nach außen etwa in Fassadenmitte in Höhe des Gesimses, währen der Giebel selbst, gehalten durch das Dach in seiner ursprünglichen Position geblieben zu sein scheint, und sich daher nach der Verformung zurücklehnt. So reicht der Dachüberstand nicht mehr zur schadensfreien Ableitung des Regenwassers vom Walmdach.

In alten Quellen wird von einem mittleren Längsunterzug unter der Deckenebene der Stube berichtet, Rast genannt, der am Giebel durch das Mauerwerk geführt und hier verankert ist.[44] Eine solche Rückverankerung würde den Giebel wirksam gegen eine derartige Verformung sichern. Allerdings ist dieses Bauteil praktisch nicht mehr im Bestand nachweisbar. Nur zwei von hundert untersuchten Häusern haben so einen Längsbalken, der aber auch in diesen Häusern nicht als Ankerbalken ausgebildet ist.

Es ist nicht einfach, eine Ursache für diese Verformung pauschal zu benennen, man muss dafür die konstruktiven Rahmenbedingungen im Einzelfall untersuchen. Folglich kann man ebenso wenig pauschal eine Reparaturanleitung geben, ein Fallbeispiel ist im Kapitel über Reparaturen dargestellt. Mit diesem Schadensfall ist ein Konflikt vorprogrammiert zwischen einer technisch „besten“ Lösung, indem einfach der Dachüberstand vergrößert wird und der architektonisch „richtigen“ Herangehensweise, dass genau dies nicht geschehen darf, weil der Walm in seiner überlieferten Form ein höchst wichtiges Detail der Fassadengestaltung darstellt. Hier muss im Einzelfall ein vernünftiger Kompromiss gefunden werden.

Abb. 44.2. Fassadenschnitt intakt (links) und verformt (rechts)

Fotos Seite 44.
1.+3. Starke Ausbeulung der Giebelwand in Fassadenmitte in der Höhe des Gesimses mit fortschreitender Schädigung.

4. Längsunterzug unter den Deckenbalken, genannt „Rast“.
5. Balkenanker mit Verkeilung, meistens verwendet für Torscharniere, überliefert auch als Verankerung des Unterzuges mit der Fassade zur Sicherung.

Rissbildungen

1. Ein zu kurzer Dachüberstand des Walmes und die Verformung der Fassade haben zu diesem extremen Schaden geführt.

Risse im Mauerwerk und Putz können sehr vielfältige Formen und Ausprägungen zeigen, unterschiedliche Ursachen haben und je nachdem auch ein sehr unterschiedliches Gefahrenpotential bergen.

Zunächst einmal muss geklärt werden, ob eine Rissbildung eine Gefahr darstellt oder nicht, denn Risse in mineralischen Baustoffen sind nicht zu vermeiden. Nicht jede optische Beeinträchtigung stellt tatsächlich einen Mangel oder eine Gefahr dar. Nur wenn die Funktionsfähigkeit oder Standsicherheit des Bauteils beeinträchtigt wird, muss man dies als Mangel sehen, der behoben werden muss.

Konstruktionsbedingte Risse

Die wichtigste Kategorie von konstruktionsbedingten Rissen ist durch Setzungen gegeben, meistens an den Verbundstellen unterschiedlich schwerer Bauteile wie Fassaden und Traufwänden. Setzungsrisse gehen in der Regel vom Fundament aus und setzen sich senkrecht oder diagonal im aufgehenden Mauerwerk im gesamten Mauerquerschnitt fort. Typisch für dieses Schadensbild sind die Kipprisse, mit denen sich Fassaden von den Traufwänden lösen (Schadensfall Nr. 6 in der Übersicht, Fotos 43.1–3). Setzungsrisse können aber auch in sehr langen Wandabschnitten mit unterschiedlichen Untergrundverhältnissen meistens in diagonalem Verlauf auftreten.

Unterschiedliche Setzungen lassen sich auch an nachträglich angebauten Gebäudeteilen ablesen. Vertikale Risse im Putz markieren den Anschluss von Laubengängen oder Tormauern an die Fassade. (Schadensfall Nr. 7) Zum Glück sind aber in der Regel beide Gebäudeteile in ihrem Mauerwerk nicht miteinander verzahnt, also konstruktiv voneinander getrennt, sodass man hier nicht von einem konstruktiven Mangel sprechen kann, sondern von einer Bewegungsfuge zwischen zwei Bauteilen.

Anders ist der Fall am Mauerpfeiler zwischen Tor und Gassentür, der die Last aus dem Mauerwerk auf einem nur geringen Querschnitt auf das Fundament überträgt. Dieses Punktfundament setzt sich deutlich stärker als die beidseitig anschließenden sehr viel größeren Fundamentflächen, und durch das stärkere Absinken des Mauerpfeilers bilden sich parallele diagonale Risse über der Gassentür bis hin zum Einsturz des Türsturzes (Schadensfall Nr. 8+9, Foto 45.2).

Nicht alle konstruktiven Schäden müssen vom Fundament ausgehen. Auch Mängel der Konstruktion selbst können Schäden nach sich ziehen, wenn etwa Fenster- und Türstürze zu schwach gelagert sind.

Materialbedingte Risse

Rissbildungen können aber auch im Material selbst begründet sein, sowohl in den Einzelelementen wie den einzelnen Ziegelsteinen, wie auch im Materialgefüge (→ Materialbedingte Schäden)

Putzbedingte Risse (→Putz)

Bestimmte Rissbilder sind allein auf den Putz beschränkt und haben ihre Ursache im Schwinden des Materials bzw. in Verarbeitungsfehlern.

5. Risse im Putz können auch durch Setzungen des Mauerwerks entstanden sein.

2. Durch die Setzung des Mauerpfeilers zwischen Tor und Tür ist das Mauerwerk stark verformt und gerissen.
3. Mauerwerksrisse entstehen oft an den durch Öffnungen geschwächten Mauerwerksbereichen und gehen dann meistens von den Ecken aus. Unzureichende Auflager des Fenstersturzes führen zum Absacken und Rissen im aufgehenden Mauerwerk.
4. Risse an den Ecken der Öffnungen.

Schäden an Gewölbekonstruktionen

Abb. 46.1. *Druckverhältnisse im Gewölbe. Die Stützlinie = Resultierende Druckkraftlinie hat zwei Komponenten, eine Vertikale und eine Horizontale, die den Gewölbeschub bildet.* [45]

Abb. 46.2. Die Verformung des Gewölbes ist begleitet von einer ungleichmäßigen Druckbelastung im Schalenquerschnitt des Gewölbes. Im oberen Bereich wird die Pressung besonders hoch, im unteren entstehen Risse und schließlich fallen einzelne Ziegel aus dem Verband. [45]

4. Das Absinken des Gewölbescheitels ist ablesbar an der Verformung des Türsturzes und der Rissbildung in der Wohnung über dem Gewölbescheitel.

3. Herausrutschende Ziegelsteine aus einem Sturzbogen im Zuge der Gewölbeverformung.

5.+6. Rissbildungen und Verformungen von Torbögen sind sehr verbreitete Schadensbilder.

Eine weitere Gruppe von Schadens- und Rissbildern ist mit Verformungen an Gewölben zu finden, die immer mit dem Gewölbeschub zusammenhängen, der horizontal auf die Auflager wirkt. Dazu muss man die Wirkungsweise eines Gewölbes verstehen. Grundsätzlich wirken in einem Gewölbe aufgrund der verwendeten Materialien ausschließlich Druckkräfte, die aber wegen der Überspannung eines freien Raumes auch eine horizontale Komponente haben, den Gewölbeschub (Abb. 46.1). Die Sogenannte Stützlinie zeichnet alle diese Druckkräfte entlang des Gewölbeschalenquerschnitts nach. Im Idealfall verläuft diese Linie in der Mitte des Gewölbeschalenquerschnitts, sodass jeder Stein in seiner ganzen Lagerfläche gleichmäßig belastet wird, und lässt sich in eine vertikale und eine horizontale Komponente aufteilen (Abb. 46.1 linke Hälfte). Weicht nun aber das Mauerwerk seitlich aus, senkt sich der Scheitel des Gewölbes und die Stützlinie verlagert sich nach oben, am Kämpfer nach unten, jeweils in die Randzonen der Gewölbeschale, sodass diese sehr stark auf Pressung beansprucht werden. Am Gewölbescheitel zeigen sich Längsrisse und am Auflager zerdrückte Steine (Abb. 46.2).

Der Schub wird in der Regel bei Tonnengewölben im Erdreich ausreichend von den starken Grundmauern aufgenommen und gleichmäßig auf das Erdreich abgeleitet. Jedoch kann gerade bei stark belasteten Gurtbögen die beschriebene Verformung vorkommen, die sich dann auch in Setzungen, bzw. vertikalen oder horizontalen Rissen in den aufgehenden (Innen)wänden zeigt.

Ein Gewölbeschub wird auch von einem Fenster- oder Türsturz gebildet. Auch hier kann es zu einem Versagen mit Rissbildungen kommen (Foto 45.3).

Eine andere Art Rissbildungen ist ebenfalls auf horizontalen Schub zurückzuführen, allerdings geht dieser von den Dachsparren bzw. von den Dachschwellen aus, wenn die Ankerbalken den Horizontalschub aus dem Dach nicht hinreichend aufnehmen (→Dächer S. 76ff). Bei diesem Schadensfall drücken die Dachschwellen die Traufwände auseinander, sodass diese dann von den Giebel- und Innenwänden abreißen können.

Um festzustellen, ob ein konstruktiver Riss sich ausweitet oder zum Stillstand gekommen ist, sollte man frühzeitig Gips-

Fehlstellen, Substanzverlust am Mauerwerk
Mechanische Schäden

oder Glasmarken setzten. Bei einer Fortsetzung der Rissbildung werden diese „Rissmelder" brechen und Veränderungen wie Rissbreiten in zeitlicher Abfolge anzeigen (Fotos 47.1+2).

1.+2. Datierte Gips- bzw. Glasmarken als Rissmelder, um Veränderungen des Risses zu kontrollieren.

Die Schadensbilder von **Fehlstellen und Materialverlust** am Mauerwerk sind besonders vielfältig und haben vielerlei Ursachen, wie die vorangegangenen Ausführungen gezeigt haben. Eine Beurteilung für die Gefährdung des Bauwerkes sowie für die geeigneten Reparaturmaßnahmen muss für der Einzelfall gegeben werden. Wichtige Kriterien dafür sind vor allem:

- Ermittlung der Schadensursachen wie Feuchtigkeit, Salze, mechanische Zerstörung, konstruktive Mängel.
- Bewertung der Materialien und ihrer Eigenschaften im Einzelnen und in ihrem Gefüge zum Mauerwerk.
- Schadensausdehnung in der Fläche (Prozentualer Zerstörungsgrad).
- Schadenstiefe im Mauerquerschnitt.

Aus dieser Matrix kann dann ein geeignetes Konzept zur Instandsetzung entwickelt werden.

Mechanische Schäden

sind sehr häufig im Bereich von Toreinfahrten zu finden und meist Folge von schwierigen Einfahrmanövern mit Traktoren und schweren Anhängern. Um dieser Gefahr zu begegnen haben viele Hausbesitzer große Steine oder gemauerte Radabweiser so in der Einfahrt angeordnet, dass ein Anprall von Fahrzeugen vermieden werden kann.

3.+4. Größere Löcher und Fehlstellen im Mauerwerk sind meistens auf eine Kette von Ursachen und Wirkungen zurückzuführen und betreffen sowohl Naturstein- wie Ziegelmauerwerk.

5.+6. Zwei Beispiele von mechanischer Mauerwerksschädigung, jeweils durch den Anprall von Fahrzeugen gegen die Leibungen der Toreinfahrt. Rundsteine werden oft als schützender Radabweiser vor dieser Gefahr an die Seiten der Tore gelegt, der Stein auf dem linken Foto war offenbar zu klein und falsch platziert.

7.+8. In den beiden Fällen oben waren mechanische Beanspruchung sowie Salze am Zerstörungswerk beteiligt.

Materialbedingte Schäden, Verwitterung, Putzschäden

1. Schlecht homogenisierte Ziegel

2. Grobkörniger Ton, schlecht homogenisiert

3. Grobe Zuschläge von Ziegelsplitt in der Tonmischung

4. Grobe Zuschläge, sehr porös

5. Die Qualität der einzelnen Steine beeinflusst ihre Rückwitterung.

Materialbedingte Schäden
Alle Materialien und Baustoffe sind der Verwitterung und der allmählichen Zersetzung ausgesetzt. Der Zerfall ist nur eine Frage der Zeit. Gleichwohl werden für die einzelnen Materialien bestimmte Eigenschaften definiert, die auch eine verlässliche Dauerhaftigkeit ihrer Funktionen voraussetzen und erwarten lassen. Diese erwarteten Eigenschaften sind aber insbesondere bei natürlichen Baustoffen nicht immer gegeben. Wenn sie deutlich unter den Erwartungen liegen, sind materialbedingte Schäden zu erwarten. Diese können vielerlei Materialien betreffen und vielfältige Schadensbilder zeigen:

- Naturstein, insbesondere Sedimentgesteine können in ihren Schichten aufplatzen. Einzelne Steine können aus weiniger festen Schichten stammen und sich auflösen. Sandsteine sind besonders anfällig gegen Salze.
- Ziegelmauerwerk zeigt ebenso vielfältige Schadensbilder, die auf mangelhafte Tonmischungen sowie auf unzureichende Aufbereitung (Homogenisierung) zurückzuführen sind (Fotos linke Spalte).
- Mörtel und Fugenmaterial kann schlecht gemischt sein und ungeeignete Bindemittel oder Zuschlägen enthalten.

Mangelhafte Materialeigenschaften sind allerdings selten allein verantwortlich für die Schäden. Wie die bisherigen Ausführungen gezeigt haben, sind fast immer verschiedene Umstände, Ereignisse und Eigenschaften so miteinander verkettet, dass ein Schaden entsteht, und meistens sind dafür auch längere Zeiträume nötig, sodass ein frühes Eingreifen viele schwere Schäden verhindern könnte.

Verwitterung ist ein sehr allgemeiner Begriff. Für die Einordnung in diese Schadenskategorie soll darunter verstanden werden die chemische und biologische Korrosion, Krustenbildungen und ein Materialabtrag durch Schlagregen und Frost. Auch Auswirkungen durch UV-Strahlung gehören in diese Kategorie.

Putzschäden
Putzschäden an Außenwänden sind generell auf Verwitterung und Feuchtigkeit zurückzuführen. Aber auch eine mangelnde Haftung am Untergrund oder Verarbeitungsmängel können Ursachen für Schäden wie Abplatzungen und Rissbildungen sein. (→Putztechnologie S. 66ff)

6. Tief ausgewaschene Fugen aus Lehmmörtel , Handstrichziegel

7. Schlecht homogenisierte industriell hergestellte Ziegel in Zementmörtel

8. Schlecht gemischter Kalkputz

9. Fortschreitender Putzverlust durch dauerhafte Feuchtigkeit und Salze

10. Lehmputz mit vielen Lagen Kalkanstrich ohne Haftung zum Untergrund

Schäden durch falsche Maßnahmen in der Vergangenheit

Vorsatzschalen, Putze und Beschichtungen aus Zement und diffusionsdichten Baustoffen

Viele Sanierungsmaßnahmen der jüngeren Vergangenheit erscheinen uns heute als hilfloser Aktionismus oder gar als schlechter Scherz. Er erinnert an den Autofahrer, der beunruhigt ist vom Blinken eines roten Lämpchens in seinem Fahrzeug, das offenbar einen Schaden anzeigt. Er fährt sogleich zu seiner Werkstatt und bittet den Meister, das Blinken des Lämpchens zu beheben. Der klebt kurzerhand ein dichtes Tape über die Lampe und gibt das Fahrzeug dem Kunden zurück mit dem Versprechen, er könne jetzt beruhigt weiterfahren, denn das Blinken wäre ja jetzt verschwunden.
Diesem Vorgehen vergleichbar ist das Beschichten von feuchten Fassadenbereichen mit diffusionsdichten Materialien wie Vorsatzschalen aus Beton oder dichten Bruchsteinplatten in Zement, Zementputzen oder Kunststoffanstrichen. Diese verhindern zwar das Hervortreten von Feuchtigkeit für einen gewissen Zeitraum, beseitigen aber weder die Feuchtigkeit selbst noch deren Ursachen. Wo die Feuchtigkeit nicht mehr aus der Wand diffundieren kann, sucht sie nach den beschriebenen Gesetzmäßigkeiten neue Wege und Verdunstungsflächen und wird mittel- oder langfristig weitaus größere Schäden verursachen als das ursprüngliche feuchte Erscheinungsbild der Fassade. Die Feuchtigkeit wird in der Regel weiter nach oben steigen und auf der Innenseite der Wände in den Wohnzimmern hervortreten und hier Schimmel und andere ggf. holzzerstörende Pilze und ein ungesundes Raumklima fördern.
Eine weitaus fatalere Folge solcher Maßnahmen als das Einschließen und Umleiten von Feuchtigkeit im Mauerwerk ergibt sich aus den sehr unterschiedlichen Materialeigenschaften: Historisches Mauerwerk, insbesondere aus weich gebrannten Ziegelsteinen in Lehm- oder Kalkmörtel ist ungleich weicher und verformungsreicher als harte und spröde Bauteile aus zementhaltigen Baustoffen (→ physikalische Eigenschaften, Tabelle Seite 37). Aber auch Bruchsteinmauerwerk hat ein sehr viel größeres Verformungsvermögen als Beton. Verformungen wie das Quell- und Schwindverhalten im Jahreszeitlichen Wechsel, fortwährende Setzungen und Alterungsprozesse sind zwar kaum spürbar aber durchaus vorhanden, sodass sich über kurz oder lang Materialspannungen aufbauen, die

Abb. 49.1. Das Gießen einer vor das Mauerwerk gesetzten Schale aus Beton führt zur Schalenbildung infolge unterschiedlicher Materialspannungen und zum Ausbruch von Mauerwerkssubstanz wegen hoher Haftfestigkeit des Beton auf dem Mauerwerk.

2. Aus Unwissenheit und mit besten Absichten falsch gemacht!

3.+4. Ablösung einer Zementschlämme vom Mauerwerk. Der alte Kalkputz bildet die Trennlage. Durch offene Fugen und Mörtelreste zwischen Wand und Zementputz dringt Wasser in das Mauerwerk ein und wird hinter der diffusionsdichten Zementschale festgehalten.

5. Pflanzen finden in dem feuchten Milieu zwischen Zementschale und Mauerwerk gute Wachtumsbedingungen.

6. Beim Ablösen bricht die Betonschale aufgrund ihrer guten Haftfestigkeit auf dem Mauerwerk Brocken heraus.

Einbau von Noppenfolien im Erdreich.

zuerst als feine Rissbildung parallel zur Kontaktfläche entstehen und sich dann in großflächigen Abschalungen zeigen. Schlagregen wird von der Fassade in diese Risse hineinlaufen, kann dort nicht entweichen und wird durch Frost und biogenes Wachstum den Ablösungsprozess beschleunigen. Dies wäre jedoch alles noch reversibel, könnte entfernt und noch einmal fachgerecht instand gesetzt werden, läge nicht der größte Nachteil in der hohen Haftzugfestigkeit von Zement. Zement stellt eine ausgesprochen stabile Verbindung zum Untergrund her. Das bedeutet, dass die Bruchfläche nicht an der Kontaktfläche und schon gar nicht in der harten und spröden Vorsatzschale vollzogen wird, sondern im weichen Mauerwerk, dass also die herausbrechende Vorsatzschale einen Teil des bereits vorgeschädigten Mauerwerks mit herausbricht und es auf diese Weise empfindlich schädigt. Beispiele dafür sind zahlreich. Das Beispiel der Mühle in Crit/ Deutschkreuz zeigt, welch zerstörerische Folgen diese Maßnahme nach sich ziehen kann (Fotos unten 50.1+2).

Fotos 50.1.+2. Alte Mühle Deutschkreuz Das vorgeschädigte Sockelmauerwerk (Foto 41.3) war mit Beton „stabilisiert" worden. Etwa ein Jahrzehnt später war dieser Betonverguss durch die unterschiedlichen Materialspannungen herausgebrochen und hatte damit weitere Ziegelsteine aus dem Mauerwerksverband gelöst. Der verbleibende Wandquerschnitt war zu schwach, sodass die Wand einstürzte.

Noch etwa vor einem Jahrzehnt galt der Einbau von Wellplatten als geeignete Maßnahme zur vertikalen Abdichtung von erdberührten Wandbereichen gegen Feuchtigkeit. Seitdem ist dieses Material von der Noppenfolie abgelöst worden, die inzwischen immer häufiger zu eben diesem Zweck eingebaut wird. Leider wird diese im Kern richtige Maßnahme aber immer wieder durch unzureichende Positionierung bzw. Einbaufehler ad absurdum geführt.

Richtig ist die Überlegung, über eine Reduzierung der Wasserzufuhr zum erdberührten Mauerwerk auch eine Reduzierung der Mauerwerksfeuchte und damit der Verdunstungsflächen auf der Fassade zu erreichen. Doch mit den Einbaufehlern wird mitunter das genaue Gegenteil erreicht, wie auch schon bei den Wellplatten nachgewiesen. In Abb. 50.3 sind diese Mängel dargestellt:

1. Die Noppenfolie müsste am oberen Abschluss so an der Fassade befestigt und vom Sockelputz überdeckt werden, dass weder von der Fassade, noch von der Geländeoberfläche fließendes Wasser zwischen Mauerwerk und Folie dringen kann. Dies ist jedoch schon allein wegen der meistens sehr unebenen Wandoberfläche gar nicht möglich. Eine unsorgfältige Verlegung sowie hinter die Folie fallender Grobkies und anderes formen die Folienoberkante mitunter so trichterförmig auf, dass das Niederschlagswasser geradezu hinter die Folie geleitet wird (Foto 50.4).
2. In der Regel wird bei erdberührtem Mauerwerk ein Wassertransport vom Erdreich in das trocknere Mauerwerk erwartet und angenommen. In Trockenperioden kann aber auch der umgekehrte Weg vorkommen, insbesondere in den oberen Erdlagen, sodass dann tatsächlich eine Mauertrocknung nach außen erfolgen kann. Dieser Feuchteausgleich nach außen wird mit einer Noppenfolie ausgeschlossen.
3. Die Noppenfolie wird in der Regel nur eine Bahn breit, also etwa 1 m tief im Erdreich eingebaut. Darunter liegende Bereiche sind dann nicht geschützt. In ungünstigen Fällen, bei Schichtenwasser etwa, wird dann der Wasserstrom durch die Noppenfolie lediglich umgeleitet und dringt an anderer Stelle in die Wand ein.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Einbau einer Noppenfolie allein keine hinreichende Vertikalabdichtung darstellen kann. Sie kann aber sehr wohl als Schutzschicht für eine nach dem Stand der Technik aufgebrachte Vertikalabdichtung in Form einer Dichtschlämme oder Dickbeschichtung eingesetzt werden.

Abb. 50.3. Feuchtewege nach Einbau Noppenfolie

5. *Abriss der Fassadenbeschichtung infolge falscher Befestigung der Folie.*

1.+2. Vernachlässigung und Vandalismus

3.+4. Grelle Farbgebung mit Kunststofffarben, Verblendung der Sockelzonen, Isofenster

5.+6. Zerstörung eines Giebels in Zuge von Umbaumaßnahmen

7.+8. Aufstockungen mit stilfremden Gestaltungselementen, Stilmischmasch

9.+10. Unangepasste Neubauten und Erweiterungen

Wenn man von Schadensbildern an Bauwerken spricht, werden damit in der Regel bauphysikalische und konstruktive Mängel gemeint.

Man darf aber heute angesichts der vielen Modernisierungs- und Umbaumaßnahmen eine Beurteilung von Bauwerken nicht nur nach rein bautechnischen Kriterien vornehmen, sondern man muss vielmehr auch einen gestalterischen, architektonischen und baukulturellen Bewertungsmaßstab anlegen. Dies gilt umso mehr, weil in den Siebenbürgischen Dörfern nicht das einzelne Haus, sondern das Zusammenspiel aller Gebäude in ihrem Gesamtensemble den architektonischen Charakter bestimmen. Es ist wie in einer Fußballmannschaft: Wer in seinem Team nicht seine bestimmte Rolle spielt, gefährdet den Erfolg der ganzen Mannschaft. Auch in der Architektur gibt es diese Verpflichtung zur Unterordnung in das Gesamtensemble, weil sonst gestalterisches Chaos und Identifikationsverlust drohen. Salopp gesagt: Es darf nicht jeder machen, was er will.

Dies betrifft sowohl die architektonische Grundstruktur wie etwa die Anordnung und Erschließung von Gebäuden auf dem Grundstück, Geschosszahlen und Kubatur der Einzelgebäude, Dachformen und Fensteröffnungen, sondern auch die Oberflächenstrukturen und Tiefenwirkungen der verwendeten Materialien. Eine Sockelzone aus aufgeklebten und lackierten Steinplatten wird niemals die gleiche Tiefenwirkung haben wie ein aufgebautes Sockelmauerwerk, ein Isolierglasfenster kann niemals mit der feinen Gliederung eines Kastenfensters gebaut werden. Leider geht diese Einschätzung bis in sehr feine Details. „Moderne" kunststoffmodifizierte Anstrichsysteme, ja selbst hochwertige Silikatfarben werden niemals das belebte Farbspiel erreichen, das die besondere Qualität von Kalkputz und Kalkfarben ausmacht.

Es ist schon eine große Herausforderung an Bauherren, Architekten, Genehmigungsbehörden und Handwerker, und auch eine große Verantwortung gegenüber kommenden Generationen, den Umbau der Dörfer so zu gestalten, dass architektonische Schäden am Dorfbild vermieden werden und der einzigartige Charakter des Dorfbildes erhalten bleibt und nicht durch ein individuelles und willkürliches Einerlei zerstört wird.

Eine besonders fatale und bedauerliche Kombination aus konstruktiven, bauphysikalischen wie gestalterischen Schäden stellt häufig der Austausch der Fenster dar, insbesondere wenn Fenster eingebaut werden, die nicht in die vorhandene Öffnung passen (Fotos 52.1-3). Die Änderung der Fensteröffnungen ist immer mit einem erheblichen Eingriff in das Mauerwerksgefüge verbunden, der in den meisten Fällen zu einer Auflösung des Gefüges oberhalb der Fensterstürze führt (Foto 52.1). Mauerwerkssetzungen, Absacken der neuen Stürze oder eine Unterbrechung der Stützlinie von vorhandenen Sturzbögen lassen sich nicht verstecken.
Es ist kaum zu glauben, aber offensichtlich, dass häufig Fenster geringerer Qualität, aus einem anderen Haus entsorgt und für wenig Geld eingekauft, den Ersatz bilden. Was für eine fatale Verschlechterung des eigenen Hauses mit Sondermüll! Ganz zu schweigen von der architektonischen Zerstörung, die mit diesem Eingriff verbunden ist, und das empfindsame Auge beleidigt.
Es ist kein Wunder, dass mit solcher Ignoranz gegenüber gestalterischen und konstruktiven Regeln, sowie der geltenden Bauordnung oft auch eine Missachtung bauphysikalischer Gesetzmäßigkeiten einhergeht. So wird der Einbau intensiv mit Schäumen und Kunststoffen vorgenommen, die in keiner Weise mit den physikalischen Eigenschaften der vorhandenen Materialien wie den Ziegelsteinen zusammenpassen (Foto 52.3).
Eine architektonisch wie bautechnisch unheilige Liaison.

Reparaturen von Mauerwerk

Fundamentunterfangung

In den vorangegangenen Abschnitten sind der Bestand und die typischen Schadensformen mit ihren Ursachen im Hinblick auf einen bestandsgerechten Erhalt ausführlich beschrieben worden. Denn erst ein ganzheitliches Verständnis der überlieferten Bauweisen sowie eine analytische Sicht auf eventuell entstandene Schäden und ihre Ursachen ermöglichen eine bestandsgerechte Reparatur und Modernisierung der alten Häuser. Hier liegt der Schlüssel für die „richtige" Wahl der Mittel.
Die nachfolgenden Anleitungen sollen für typische Reparaturen Hilfestellung und Orientierung geben. Die dargestellte Komplexität der Schadensfälle und ihrer Ursachen macht deutlich, dass jeder konkrete Schadensfall individuell analysiert und beurteilt werden muss. Die Matrix aus Bestand, Schaden und möglichen Ursachen ist zu vielfältig, um pauschal verbindliche Reparaturanweisungen für den Einzelfall geben zu können. Hier spielt vor allem die Erfahrung des Maurers eine entscheidende Rolle.
Komplizierte statische Maßnahmen wie etwa notwendige Konsolidierungen an Fundamenten müssen für den speziellen Fall zusammen mit einem Ingenieur für die Standsicherheit bestimmt werden. Es ist kaum möglich hier generelle Anleitungen zu geben.

Abb. 53.1. Prinzipskizze Fundamentunterfangung

III II I III II I

Abschnitte der Unterfangung

Verfüllung
(Hydr. Kalkschlämme)
(Lehmpackung)
Drainage

Fußbodenaufbau:
Bodenplatten
Stampflehmplatte 10 cm
Feuchtigkeitssperre
Kapillarbrechende Schicht:
Grobkies 8–32 mm, 15 cm

Unterfangung
Feuchtigkeitssperre
Betonsohle

Da Arbeiten an den Fundamenten und am Baugrund zu den aufwendigsten Maßnahmen zählen, sollten sie nur eingesetzt werden, wenn es keine anderen Lösungen zur Konsolidierung des Bauwerks gibt.
Auszuschließen sind Vorsatzschalen aus Beton, wie sie immer wieder zur Fundamentstabilisierung vorgesehen werden. Solche Vorsatzschalen verbessern die Standfestigkeit der Fundamente überhaupt nicht, sondern verursachen irreparable Folgeschäden.
Auch das punktuelle Vergießen ausgehöhlter Sockel- oder Fundamentbereiche mit Beton ist fatal und führt zu Ausbrüchen mit möglicherweise erheblichen Folgeschäden (S. 49–50). Eine handwerkliche Reparatur mit gleichem Material ist hier die bessere Wahl (Fotos S. 55).
Der Einsatz von Betonbauteilen zur Befestigung von Fundamentbereichen ist nur dann dauerhaft wirksam, wenn der Beton ein zusammenhängendes, statisch belastbares Gerüst über den gesamten Wandquerschnitt bildet. Er muss dann auch die Fugen erhaltener Mauerwerksteile ausfüllen und so die Steine in das statische Gerüst einbeziehen.
Fundamentunterfangungen zur Verbreiterung oder Vertiefung der Sohlfläche können im Einzelfall sinnvoll sein. Diese können in Abschnitten sowohl handwerklich mit Steinen hergestellt als auch in Beton gegossen werden. Zu bedenken ist aber, dass bei solchen Arbeiten immer der Untergrund zunächst aufgelockert und damit entfestigt wird. Unterschiedliche Setzungen können die Folge sein.

Die Arbeitsschritte zur Fundamentunterfangung sind:
1. Abgraben des Erdreiches im Keller bis zur Fundamentsohle.
2. Abschnittsweise (max. 1,0 m) Untergraben der Fundamentsohle bis zur geplanten Tiefe. Zur Sicherheit empfiehlt sich eine Einteilung in drei Abschnitte, wenn keine statischen Bedenken bestehen auch in zwei Abschnitte.
3. Ausbau von losem Mauerwerk, losen Steinen, Entfernen von Mörtelresten, Humus, Wurzelwerk.
4. Absicherung des Mauerabschnitts gegen Einsturz oder Ausweichen einzelner Steine oder des gesamten Abschnittes (Fotos S. 54.4–6)
5. Einbau der neuen Fundamentsohle aus Naturstein oder, wenn der Bereich unzugänglich ist, aus bewehrtem Beton. (Bewehrung seitlich in das Erdreich stoßen zur Verbindung mit den wechselnden Abschnitten.
6. Bei Bedarf (Kellernutzung) Einlegen einer horizontalen Feuchtigkeitssperre mit Überlappungen seitlich, innen und außen.
7. Aufbau der neuen Fundamente bis unter das intakte Mauerwerk, möglichst mit gleichem Material. Wo dies nicht möglich und ein Betonverguss unumgänglich ist, muss eine äußere Schalung von innen eingebracht werden. Innenschalung mit Öffnung zum Einbringen des Beton.
8. Nach einer Aushärtezeit von 4 Wochen, Wiederholung der Schritte in den weiteren Abschnitten.
9. Abgraben von außen, Entfernen der Schalung, Mauerwerksreparauturen, ggf. Einbau einer Drainage oder Vertikalabdichtung.

Handwerkliche Instandsetzung von Natursteinmauerwerk

1.–3. Bergen von losen Steinen, Ausräumen der Fugen und Fehlstellen im Mauerverband, gründliches Reinigen und Ausbürsten

4.–6. Die Sicherung des Arbeitsbereiches muss auf den speziellen Fall abgestimmt werden.

Die handwerkliche Instandsetzung von bewetterten Natursteinmauern wird hier genauer beschrieben, weil dies nicht nur freistehende Ring- und Grenzmauern betrifft, sondern auch Wandbereiche von Gebäuden, speziell Kellermauerwerk und Sockelzonen. Aber auch freistehende Mauern und Einfriedungen gehören zum Gesamtbauwerk der Hofanlage und müssen wie alle Bauwerksteile instand gehalten werden.[46] Auch hier gilt, wie bei allen Restaurierungsarbeiten prinzipiell zuerst die Regel, mit gleichen Materialien werktreu zu rekonstruieren.

Auch wenn manche Wandflächen aus Naturstein ursprünglich verputzt waren, so sind sie doch häufig seit langem steinsichtig und sollen in vielen Fällen auch steinsichtig bleiben. Aber auch für späteren Verputz sind die Vorarbeiten und Mauerwerksreparaturen gleich, lediglich die Schlussverfugung wird dann durch die Verputzarbeiten ersetzt.

Vorbereitende Maßnahmen

Zuerst muss das Umfeld der Mauern gesäubert werden.

- Wertvollen Baumbestand schützen, Büsche, Sträucher und Wildwuchs bis etwa 1,50 zur Mauer entfernen.
- Mauerfuß in Abschnitten freilegen und Wurzelwerk entfernen.
- Bergen von einzelnen Steinen bzw. von vorher eingestürzten Teilen.
- Absicherung des Arbeitsbereiches durch geeignete Abfangungen, Stützen und Aussteifen gegen Einsturz einzelner Steine oder ganzer Bereiche.
- Dokumentation (in Fotos und Skizzen) der Abschnitte vorher und nachher.
- Numerierung der Steine eines zu erneuernden Mauerwerksbereiches vor dem Herausnehmen.

Reinigen

- Bewuchs muss gründlich entfernt werden. Wurzelwerk und Humus in der Wand muss tief herausgezogen und heraus gespült oder ausgeschabt werden.
- Reinigung vorzugsweise mit Druckluft ggf. im Freien auch mit Hochdruckwasserstrahl, max. 80 bar. Dabei müssen intakte Wandpartien und intakte Mörtelfugen schonend behandelt werden. Vorab muss festgelegt werden, welche Wandflächen wie behandelt werden sollen. An Wänden im Freien soll die Patina erhalten bleiben.
- Lose und zementhaltige Putze und Verfugungen müssen bis auf den festen Grund entfernt werden, ohne den Mauerverband zu schädigen. Geeignetes Werkzeug sind Bauklammern, leichte Meißel und Fäustel, Besen und Wurzelbürsten. Nicht eingesetzt werden sollen Sandstrahlgebläse und maschinelle Hämmer. Die Fugen sollen etwa doppelt so tief wie breit ausgeräumt werden. Intakte Abschnitte auch weniger tief, lose und durchwurzelte und mit Humus zugesetzte Fugen aber auch deutlich tiefer. Dies darf natürlich nur in Abschnitten von etwa 1 m geschehen, um die Standsicherheit der Wandpartie nicht zu gefährden.
- Eine Endreinigung erfolgt wieder mit Druckluft oder einem Wasserstrahl von 5–10 bar, um lose Teile aus den Fugen und von den Steinoberflächen zu entfernen. Die Steinoberflächen und Fugenflanken müssen staubfrei und griffig sein.

Mauerwerksreparaturen

Wenn in der Vergangenheit Ausbesserungen mit fremdem Material gemacht wurden, so sollen diese, wenn in gutem Zustand, erhalten bleiben.

Austausch einzelner Steine gleicher Art und Materialeigenschaften wie vorhanden. Am günstigsten ist es, in der direkten Umgebung nach geeignetem Material zu suchen. Dies kann mit sehr einfachen örtlichen Mitteln (Pferdefuhrwerk) gemacht werden, zumal ja in der Regel nur sehr wenig zusätzliches Material für die Ausbesserungen gebraucht wird.

Löcher, Fehlstellen und breitere Risse müssen mit Verzahnung zum vorhandenen Mauerwerk ergänzt werden. Zum Reduzieren sehr breiter Fugen von mehreren cm und zum Stabilisieren von schweren Steinen sollen Zwicker, Steinsplitter und -keile eingesetzt werden.

Unmittelbar vor dem Verfugen werden die Fugenflanken und der Fugengrund vorgenässt. Der Mörtel muss tief in die Fugen eingeworfen, bzw. eingedrückt werden, sodass noch eine Fugentiefe von etwa der Breite für die Schlussverfugung bleibt. Um eine bessere Haftung der Schlussverfugung zu erreichen, wird die mit der Kelle gestrichene Oberfläche aufgeraut z. B. mit einem Pinsel.

Vor der Schlussverfugung werden alle Fugenflanken wieder satt vorgenässt um die Kapillaren zu schließen. Grundsätzlich soll der Fugenmörtel bündig mit dem Mauerwerk abgezogen werden, die Fugen sollen gegenüber den Steinen weder vorstehen, noch zurückspringen. Mit der Kelle geglättete Fugen müssen mit einem trockenen und steifen Pinsel oder nach dem Ansteifen mit einer Wurzelbürste aufgeraut werden. Mit der Kelle geglättete Flächen sind an der Oberfläche mit Bindemittel angereichert und sehr dicht. Durch das Aufrauhen wird die Oberfläche vergrößert und die Diffusion verbessert. Dabei treten die Sandkörner des Zuschlages und stellenweise auch die Branntkalkkörner zu Tage.

Für alle Maurer- und Fugarbeiten im Freien sollen die Temperaturen 5 Grad auch nachts nicht unterschreiten.

Frische Mauerpartien müssen gegen zu schnelles Austrocknen feucht gehalten werden (→Erhärtungsreaktionen S. 69; Kalk S. 22). Es empfiehlt sich, sie mindestens zwei Wochen lang mit feuchten Jutebahnen abzuhängen.

Fotos Seite 55.

1.–5. Die Steine für die Reparatur von Fehlstellen und großen Rissen müssen eingepasst, teilweise mit Hammer und Meißel nachgearbeitet und gründlich gereinigt werden. Es braucht viel Erfahrung, Gefühl und ein gutes Auge, den richtigen Stein für den richtigen Platz in der richtigen Lage zu finden.

6.+7. Die Oberfläche der Schlussverfugung muss mit großer Sorgfalt behandelt werden. Sie wird steinbündig mit der Kelle abgezogen und nach dem Ansteifen mit der Bürste aufgeraut.

Instandsetzung und Neubau von Bruchsteinmauerwerk

Abb. 56.1.

Aufbau von Bruchsteinmauerwerk.[47]

A und B zeigen zwei Lagen mit versetzten Binder- und Ecksteinen

C zweischaliges Mauerwerk mit außen bündig gesetzten Steinen und loser Verfüllung (wie Foto 56.2)

2. Zweischaliges Mauerwerk einer freistehenden Sandsteinmauer

4. Eine passgenaue Mischung aus großen und mittleren Steinen, die mit Splittern und Keilen ausgezwickt wurden, bildet auch ohne Mörtel ein stabiles Mauerwerk

3. Einschaliger Aufbau eines Sandsteinfundamentes

5.+6. Mischung des Mauermörtels in geeigneten Gefäßen. 5. Kalkmörtel mit hydraulischem Zusatz Trasskalk , 6. Lehm-Kalkmörtel im Mischungsverhältnis 8:1

Immer wieder kommt es vor, dass eingestürzte Mauerwerksabschnitte wieder neu aufgebaut werden müssen. Für das Errichten von Bruch- und Natursteinwänden mussten in der Vergangenheit wie heute bestimmte Regeln eingehalten werden:

Bruchsteinwände sind in Schichten aufgebaut. Sand- und Sedimentgesteine müssen parallel zu ihrer natürlich gewachsenen Schichtung verlegt werden, sonst spalten sie auf. Sowohl Lager- wie auch Stoßfugen sollen so passgenau und schmal wie möglich sein. Größere Fugen müssen mit kleinen Steinen (Zwickeln) ausgezwickt und mit Mörtel ausgefüllt werden.

In Höhen von 0,6–1,0 m soll das Mauerwerk waagerecht abgeglichen werden.

Bindersteine oder, wenn dafür geeignete größere Steine nicht vorhanden sind, Binderschichten aus Ziegelsteinen sollen in Abständen von 1,5–1,8 m im Wechsel verlegt werden (Abb. 56.1. A–B). Dies muss besonders bei einem zweischaligen Aufbau beachtet werden, um eine Querzugfestigkeit des Mauerwerks zu gewährleisten.

Stoßfugen sollen wie beim Ziegelmauerwerk nicht übereinander, sondern versetzt angeordnet werden. Dies ist besonders bei kleinen Steinformaten manchmal nur sehr schwer möglich. Daher soll man auf eine gute Mischung von großen und kleinen Steinen achten.

Die Ecken sollen mit rechtwinklig behauenen Steinen mit der längeren Seite im Wechsel verlegt werden, um eine gute Verzahnung mit dem Mauerverband zu erhalten (Foto 57.1).

Mauermörtel

Leider gibt es immer wieder Konfliktsituationen, die sich aus Widersprüchen zwischen dem „Stand der Technik" in der Denkmalpflege und dem rumänischen Normen- und Regelwerken herleiten. Ein Beispiel für diesen Konflikt ist die Mörtelzusammensetzung für Mauerwerk. So fordert das rumänische Regelwerk prinzipiell die Einhaltung von Festigkeitsklassen, die nur mit Zement erreicht werden können. Gleichwohl lassen einige Genehmigungskommissionen auch Mörtel ohne Zement zu, denn nach den wissenschaftlichen Erkenntnissen für die Reparatur an historischem Naturstein- und Ziegelmauerwerk ist der Zusatz von Zement aus bauphysikalischen Gründen konsequent auszuschließen.

Für die Mauerwerksreparaturen wird daher reiner Kalkmörtel empfohlen:

1 RT Kalkpaste, 3 RT gewaschener gebrochener Sand 0–4. Ein Zusatz von 0,2 RT feinkörniger Branntkalk unmittelbar vor der Verarbeitung bewirkt ein schnelleres Ansteifen des frischen Mörtels auf dem feuchten Untergrund und reduziert das Schwindverhalten.[48] Dieser Zusatz von Branntkalk gilt aber nur für Natursteinmauerwerk, nicht für Ziegelmauerwerk, weil dieses wegen der hohen Saugfähigkeit der Ziegel auch ohne den Zusatz von Branntkalk schnell ansteift.

Zur Verbesserung der Festigkeit (Mittlere Festigkeitsklassen) kann auch hydraulischer Kalk eingesetzt werden. Ein hierfür geeigneter Trasskalk ist importiert in Säcken erhältlich und außerordentlich teuer. Die Verwendung von hydraulischem Kalk wird daher nur in feuchten (Sockel-) Bereichen und in Bereichen ohne Luftzufuhr empfohlen, etwa zum Verpressen von Hohlräumen und tiefen Rissen im Mauerwerk.

Auch Lehm-Kalkmörtel im Verhältnis 8:1 mit einem Zusatz von Splitt und Mehl aus niedrig gebrannten Ziegeln hat sich für die Lagerfugen bewährt. Er muss aber sehr sorgfältig aufbereitet und gründlich geschlagen werden.

Fugenmörtel

Der Fugenmörtel für die Schlussverfugung muss genau definiert werden. Die großflächige Verfugung hat andere Aufgaben zu erfüllen als die Lagerfugen des Mauerwerks. Nach einer uralten Handwerksregel (→2. Putzregel S. 68) muss der Diffusionswiderstand einer Mauerwerkswand von innen nach außen abnehmen, nach außen hin also immer diffusionsoffener werden. Ebenso soll auch die Festigkeit von innen nach außen abnehmen, um Spannungsrisse zwischen den Randbereichen und dem Mauerkern, und damit Abplatzungen und Abschalungen zu vermeiden. Gleichzeitig nimmt an der Außenfläche der Wand die Belastung durch Bewetterung, biogenen Bewuchs, chemische Angriffe aus der Luft und durch Kristallisationsdruck aus Frostwechseln und Salzen zu. Schließlich ist das optische Erscheinungsbild von historischen Gebäuden von besonderer Bedeutung.

1. Um stabile Ecken zu erhalten müssen diese mit formgerechten oder behauenen großen Steinen wechselweise in beide Richtungen aufgebaut werden.

2.+3. Das Unterfangen von ausgebrochenen Mauerwerksbereichen im Sockelbereich gehört zu den häufigsten Aufgaben der Instandsetzung von Bruchsteinwänden. Wenn ein Loch erst einmal da ist, fallen schnell weitere Steine nach.

4. Eine gute formschlüssige Verzahnung und Vermörtelung muss nicht nur seitlich sondern auch zum rückwärtigen Mauerwerk hergestellt werden, um Schalenbildung und ein erneutes Herausbrechen des reparierten Bereiches zu vermeiden.

Reparatur von Rissen, Verfüllen von Hohlräumen

Vorher *Nachher*

Auch für die Schlussverfugung hat sich reiner Kalkmörtel als am besten geeignet erwiesen, auch hier ist ein Zusatz von körnigem Branntkalk empfohlen, allerdings nur für Natursteinmauerwerk. Der MET hat seit 10 Jahren Versuche mit verschiedenen Mörtelrezepturen vorgenommen. Insbesondere wurde nach Befund Lehm zugesetzt. Die Ergebnisse sind unterschiedlich, mancherorts halten diese Fugen erstaunlich lange, anderswo nicht. Vermutlich liegt es einerseits an den sehr unterschiedlichen Eigenschaften von Lehmen aus verschiedenen Gruben, andererseits an der unterschiedlichen Sorgfalt bei der Aufbereitung. Die spezifischen chemischen und physikalischen Prozesse bei der Zugabe von Lehm sind nie genau analysiert worden. Man kann daher keine einheitliche Rezeptur empfehlen, und es ist letztlich wie bei den Putzen der Erfahrung des Handwerkers anheim gestellt, welche Sand-, Lehm- und/oder weitere Zuschläge zu einem dauerhaften und farblich korrektem Ergebnis führen.

Verfüllen von Hohlräumen und Rissen

Tiefer liegende Hohlräume und schmale Risse werden in einem zusätzlichen Arbeitsgang nach dem Verfugen verpresst. Dafür werden Packer (Kunststoffröhrchen) von 10 mm Durchmesser bereits vor dem Verfugen eingebaut, durch die dann der Injektionsmörtel mit einer Druckflasche mit 0,5 bar eingedrückt werden kann. Bei kleineren Hohlräumen wird so weit eingefüllt, bis nichts mehr nachläuft, größere Hohlräume und Risse werden vorzugsweise von unter nach oben verpresst. Die Verpressung eines Abschnittes ist dann abgeschlossen, wenn aus dem nächst höheren Röhrchen Mörtel austritt. Die Wand muss vor dem Verpressen dicht verfugt und die Verfugung ausgehärtet sein, damit die Suspension nicht herausläuft. Die Injektionskanäle und Hohlräume müssen dann gut vorgenässt werden, ohne dass Wasser an der Wandoberfläche austritt.

Der Injektionsmörtel muss sehr flüssig eingestellt sein. Er sollte 30 Min vor der Verarbeitung aus 3 RT hydraulischem Kalk und 1 RT Quarzsand angemischt werden. Zur besseren Viskosität wird der Zusatz von 0,2 RT Magerquark empfohlen.[49] Der sehr hohe Anteil an plastischem Bindemittelleim gewährleistet eine sehr gut Flankenhaftung in den Hohlräumen.

Fotos Seite 58.

1.–4. Rissverbindung durch Verzahnung („Nähen") des Bruchstein- bzw. Ziegelmauerwerks. Das Prinzip ist bei allen Mauerwerksarten gleich, eine Verzahnung muss etwa alle 20-30 cm vorgenommen werden.

Zusätzlich kann und soll der Riss innen mit einer Kalkmilchsuspension verpresst werden. Packer zum Verpressen können mit der Rissverzahnung eingebaut werden

5. Kunststoffpacker vor der Abdichtung im Mauerwerk. Sowohl Packer wie auch Risse und Fugen müssen vor dem Verpressen gut abgedichtet werden, damit keine Suspension austreten kann. Mit einem gründlichen Vornässen der Hohlräume kann die Dichtigkeit geprüft werden.

Salzbelastete Wandbereiche: Behandlung von Problemen mit bauschädigenden Salzen

Es ist nicht einfach, zu entscheiden, wann ein solcher Bereich seine Standfestigkeit verliert, und häufig wird vorgeschlagen, einen vollständigen Austausch des Mauerwerks vorzunehmen. Wenn aber der Mauerverband trotz tief ausgewitterter Fugen noch fest und stabil ist, sollte kein Stein unnötig herausgenommen werden. Solche Bereiche müssen besonders gründlich gereinigt und ausgebürstet werden, um salzhaltige Sande und Putzreste vollständig zu entfernen. Diese müssen auch von der Baustelle entfernt werden, weil sie sonst eine neuerliche Salzbelastung für die Sockelzone darstellen. Sodann können die großen Fugen mit kleineren Steinen ausgemauert werden.

Salzbelastete Bereiche müssen verputzt werden, weil nur so die belasteten Bereiche gegen fortschreitenden Materialverlust geschützt werden können. Der Putz wird dann als „Opferputz" aufgebracht, der nach einer gewissen Zeit salzgesättigt entfernt wird. (→Verputz salzbelasteter Wandbereiche S. 72)

Zusätzliche konstruktive Maßnahmen

Aus Gründen der Reversibilität und wegen der sehr unterschiedlichen Materialeigenschaften insbesondere gegenüber dem Fugenmaterial von historischen Konstruktionen sollten möglichst keine Elemente aus Beton eingebaut werden. Ringbalken können aus Holz oder Stahl gemacht werden, diese Materialien sind auch wegen ihrer höheren Elastizität besser geeignet zur Erdbebensicherheit.

Auch zusätzliche Träger, Bockgestelle u.Ä. lassen sich vorzugsweise aus Holz oder auch aus Stahl herstellen. Für schwer belastete Konstruktionen können auch zusammengesetzte Holzträger eingesetzt werden.

Für die Überbrückung von Rissen sollten zuerst die Möglichkeit von Eichenholzbalken geprüft werden. (Foto 59.5)

6. Möglichst keine Ringbalken und Konstruktionselemente aus Beton !

Fotos Seite 59.1.-3.

Beispiele für bestandsgerecht repariertes und verfugtes Bruchsteinmauerwerk.

4. Intaktes und stabiles altes Mauerwerk sollte auch bei Renovierungsarbeiten nicht unnötig „instand gesetzt" werden. Das historische Original geht immer vor!

5. Rissverbindung mit Eichenholz. Auch Ringbalken sind vorteilhaft aus Holz.

Instandsetzung von Ziegelmauerwerk

Fotos Seite 60.

1.–3. Verputze Wand-flächen aus Ziegelmauerwerk werden für die Reparatur vorbereitet. Die Fugen müssen ausgeräumt werden, lose Ziegelteile werden bis auf den tragfähigen Grund mind. 1/3 Ziegelbreite tief ausgeräumt, ausgebürstet und ausgeblasen. Vor der Reparatur müssen die Bereiche gut vorgenässt werden.

4.-7. Vorher – Nachher Ansichten von Mauerwerksinstandsetzungen.

Entgegen der Lehrmeinung, dass bewettertes Ziegelmauerwerk grundsätzlich verputzt sein soll, zumindest, wenn das Ziegelmaterial aus weich gebrannten Feldbranntziegeln und nicht aus hart gebrannten Klinkern besteht, sind in Siebenbürgen viele Ziegelwände unverputzt und haben dies unbeschadet über lange Zeiträume überstanden. Dies bestätigt einmal mehr, dass Wandputz als Schmuckelement für die repräsentativen Fassaden und für die Innenräume eingeführt wurde, während die rückwärtigen Außenwände unverputzt blieben. Die Schutzfunktion für das Mauerwerk wurde erst in heutiger Zeit entdeckt. Ohne Putz greifen Bewetterung, biogener Bewuchs und Kristallisationsdruck direkt die Oberflächen der weich gebrannten Ziegelsteine an und zerstören sie relativ schnell, jedenfalls wenn die Ziegel von minderer Qualität sind (→Materialbedingte Schäden S. 48), im Spritzwasserbereich verbaut und nicht ausreichend durch ein Dach geschützt sind. Intakte unverputzte Außenwände können und sollen auch weiterhin unverputzt bleiben.

Die Arbeitsschritte zum Instandsetzen von Ziegelmauerwerk sind analog zu denen von Naturstein, jedoch müssen einzelne zerfallene Ziegelsteine vollständig ausgeräumt werden, sodass ein Repartaurziegel in voller Breite eingesetzt werden kann. Reparaturen müssen ausreichend in der Wandtiefe verzahnt werden, um Schalenbildung zu vermeiden. Aus diesem Grund sollen einerseits einzelne intakte, aus dem zerstörten Bereich hervorstehende Ziegelsteine erhalten bleiben, gleichzeitig aber schadhafte Ziegel mindestens einen halben Stein tief ausgeräumt werden. Wie beim Natursteinmauerwerk gilt auch hier, alle losen

8. Industrielle Ziegelsteine mit künstlich profilierter Oberfläche sollen in alten Gebäuden keinesfalls verbaut werden.

„Vernähen" von Rissen

Ziegel- und Mörtelreste vollständig zu entfernen, auszubürsten, und wo möglich mit Druckluft auszublasen.
Sehr wichtig bei der Reparatur von Ziegelmauerwerk ist das Steinformat. Insbesondere die Höhe muss recht genau eingehalten werden, um etwa gleich dicke Lagerfugen zu erhalten. Wenn vorhanden, verwendet man alte Ziegel gleichen Formats und mit gleichen Eigenschaften wie Rohdichte, Druckfestigkeit, Porosität etc. Aber es können natürlich auch neu hergestellte Vollziegel verwendet werden, vorzugsweise handgeformte Ziegel, die in den Eigenschaften den alten am nächsten kommen. Industriell hergestellte Vollziegel haben meistens eine sehr viel höhere Rohdichte und Druckfestigkeit, die aber in dem zu reparierenden alten Mauerverband unerwünscht sind. Für Mauerwerksreparaturen ungeeignet sind Hohlblock- und Thermoblocksteine. Diese eignen sich für Neubauten mit hoher Wärmedämmung, sind aber in tragenden Vollziegelwänden nicht zugelassen. Auszuschließen sind profilierte Zier- und Verblendklinker, wie sie neuerdings in verschiedenen Formen und Ausführungen auf den Markt kommen. Diese Ziegelsteine haben zu hohe Dichten und Festigkeiten und repräsentieren eine alberne Modeerscheinung, die in der Denkmalpflege und für die Reparatur alter Häuser nichts zu suchen haben.

Auch die Rezepturen für den Mauermörtel können analog zum Steinmauerwerk hergestellt werden. Beim Ziegelmauerwerk sollte aber auf die Zugabe von Branntkalk vor der Verarbeitung verzichtet werden, weil die Ziegel aufgrund ihrer Saugfähigkeit schnell anziehen. Wegen der gleichmäßigen Dicke der Lagerfugen von etwa 1 cm sollte die Korngröße des Sandes 4 mm nicht überschreiten.

Besondere Aufmerksamkeit bei der Instandsetzung von Ziegelmauerwerk gilt dem Verschließen von Rissen. Auch hier ist natürlich zunächst eine sorgfältige Diagnose mit Bestimmung der Ursachen Voraussetzung für ein gutes Ergebnis. Einerseits soll der Riss dauerhaft repariert werden, andererseits will man unnötige und übertriebene Eingriffe vermeiden, die die Substanz weiter zerstören und den Bauherrn unnötiges Geld kosten.
Wichtig für die Analyse von Rissen ist

1. Freilegen eines Setzungsrisses

nicht nur die Breite und Tiefe der Rissöffnung, sondern auch eine eventuelle Verschiebung der Wandebenen. Mehr noch als beim Natursteinmauerwerk ist so eine Verschiebung beim Ziegelmauerwerk deutlich erkennbar und zeigt eine Belastung quer zur Wand an, etwa einen Schub aus der Dachkonstruktion oder einem Gewölbe. Zur Bestimmung der Ausdehnung, des Verlaufes, der Breitenentwicklung und der Tiefe im Wandquerschnitt müssen Risse auf beiden Flanken freigelegt werden. So kann man zunächst erkennen, ob es sich um einen Einzelriss, um parallel laufende Risse oder um ein netzförmiges Rissbild handelt, um daraus die Ursachen zu schließen und ein geeignetes Reparaturkonzept abzuleiten.
Zur Reparatur, dem „Vernähen" von Rissen ist eine ganze Reihe von Techniken entwickelt worden, von denen einige gängige in den Fotos auf dieser Seite dargestellt sind.
Die erste Wahl sollte das Verbinden der Rissflanken mit einzeln einzusetztenden Läufersteinen haben (Fotos 58.1–4 und 62.1). Diese sollten bei annähernd senkrechten Rissen alle 4–5 Schichten eingesetzt werden.
Eine traditionell übliche Rissüberbindung bei senkrechten und diagonalen Rissen ist der Einbau von Eichenholzbalken in das Mauerwerk. Diese bewährte und bestandsgerechte Methode sollte aber nur in geschützten und trockenen Wandbereichen vorgesehen werden (Foto 59.5).

Fotos Seite 61.

2.–5. Verschiedene Methoden des „Vernähens" von Mauerwerksrissen je nach Anforderung:

2. mit Eichenholzbalken,
3. mit Metallklammern,
4. mit beidseitigen Metallaschen,
5. mit Spiralstäben und Vergussmörtel in den Lagerfugen.

Zuganker und Rückverankerung

1.-3. Rückverankerungen von Fassaden in den Seitenwänden

8. Balkenanker mit Keilschloss

Abb. 62.4. Zuganker in Verbindung mit Balkenlage

5.-7. Verschiedene Formen der Lastverteilungsanker (→Abb. 197.1)

Diagonale Risse, insbesondere in sonst intakten festen Mauerwerksverbänden, in die sich schwer neue Bindersteine einbauen lassen, können mit Metallklammern verschiedener Bauweisen und Größen vernäht werden. Sie müssen aber für eine Verankerung in den Rissflanken ausreichend lang sein und gegen Rost geschützt werden.
Eine neuere, relativ teure Methode, die sich insbesondere für netzförmige Rissbilder unter dünnen Putzflächen bewährt hat, wird mit Spiralankern aus Edelstahl durchgeführt. Diese werden in die Lagerfugen eingelegt und mit einem Spezialmörtel vergossen. Auf der Basis von Edelstahlstäben können auch Rissvernadelungen in großen Längen vorgenommen werden. Diese sehr teuren Methoden sind aber nur mit Spezialgerät und spezialisierten Fachfirmen möglich.
Schließlich sei noch der Aspekt genannt, dass Metallteile in den Wänden später schwer geortet werden können und bei späteren Umbauten Probleme bereiten könnten. Mit weicheren, im Bestand homogeneren Materialien lässt sich dann besser umgehen, als mit Metallen.

Eine weitere wichtige Gruppe von Mauerwerksreparaturen bilden die Zuganker und Zugverbindungen, die sowohl im Naturstein- wie Ziegelmauerwerk seit Jahrhunderten bekannt sind und mit ihren Ankerköpfen und Metalllaschen in kreativen Formen auf vielen Fassaden und Wänden erscheinen. Diese werden überall dort eingesetzt, wo ein Auseinanderdriften von Wandbauteilen zu befürchten ist oder bereits fortschreitet. In den Bauernhäusern betrifft dies vor allem die Fassaden, wenn sie beginnen, nach außen zu kippen, aber auch Traufwände. Häufig sind Zuganker auch vorsorglich eingebaut worden in der Gewissheit, dass Mauerwerkswände nur eine geringe Querzugfestigkeit haben.
Zur nachträglichen Sicherung von Wänden werden Zuganker auch heute noch vorzugsweise eingesetzt, weil sie gegenüber Bauteilen aus Beton mit relativ kleinem Aufwand und zerstörungsfreier eingebaut werden können, und weil Beton, wie schon beschrieben, mit dem alten Mauerwerksmaterial ausgesprochen unverträglich ist.
Zuganker bestehen aus einem Zugstab mit Gewinde am Ende und Laschen zur

Unterfangungen

Lastverteilung im oder auf dem Mauerwerk. Die geschmiedeten Laschen können auch mit Eichenholzbohlen zur besseren Lastverteilung kombiniert werden. Zwar werden die Zuganker mit Gewinde und Mutter auf Spannung eingebaut, jedoch kann bei langen Zugbändern die Elastizitätsgrenze sehr hoch sein, sodass das Mauerwerk sich noch um mehrere cm verformen kann, bevor der Zuganker tatsächlich greift. Daher hat sich eine Kombination von Zuganker mit der Balkenlage bewährt (Abb. 62.4; →auch Decken, Abb. 137.6; 197.1).
Da die Balkenlagen aber meistens parallel zur Fassade verlaufen, können sie zu ihrer Rückverankerung nicht eingesetzt werden. Zur Sicherung von Fassaden können Zuganker in die Trauf- oder Zwischenwände eingelassen und mit einem Holzklotz rückverankert werden. (Fotos 62.1-3)
Eine weitere Form der Rückverankerung der Fassade zur Sicherung gegen die auf S. 44 beschriebenen Verformungen kann in der Deckenebene durchgeführt werden, wie die Fotos auf dieser Seite zeigen. Hier ist die Fassade mit einem Eichenholzbalken im Giebelgesims abgefangen und mit jeweils drei Zugbändern auf beiden Deckenebenen eingebunden.
Eine Rückverankerung der Fassade über einen Mittelunterzug mit durchgesteckten Balkenkopf und Keilschloss, wie er in der Literatur beschrieben ist (→S. 44) ist zwar im Bestand nicht mehr nachweisbar, aber als Reparaturmaßnahme durchaus denkbar.

1.-3. Fassadenrückverankerung auf den Deckenebenen mit Eichenbalken vor der Fassade und Flachstahl-Zugbändern.

Analog zu den Schadensbildern ist die Instandsetzung von Sockelbereichen eine häufige Reparaturmaßnahme, insbesondere an Gebäuden, deren Sockel aus Ziegelmauerwerk errichtet sind, das wie beschreiben leicht in einer Kombination aus Spritzwasser, Salzen, Putzverlust und mangelnder Instandhaltung der Zersetzung preisgegeben ist. Solche Bereiche sind sowohl als punktuelle Fehlstellen als auch über die ganze Gebäudelänge zu finden und haben mitunter über die Hälfte des Wandquerschnitts verloren.
Eine Unterfangung dieser Bereich muss alalog zu der beschriebenen Fundamentunterfangung in Abschnitten durchgeführt werden. Häufig empfiehlt es sich, den gesamten Wandquerschnitt auszutauschen und in diesem Falle sowohl festere Ziegel zu verwenden als auch eine horizontale Feuchtigkeitssperre einzubauen.

4. Mauerwerksunterfangung mit Ziegelmauerwerk.

5.+6. Mauerwerksunterfangung im Sockelbereich im gesamten Wandquerschnitt, durchgeführt in Abschnitten. Vorher-Nachher

Richten von Wandflächen

Abb. 64.1.
Geneigte Wand im Querschnitt

geschädigte Sockelzone:
ausgespülter Fugenmörtel
zusammengepresste Fugen
Rückwitterung, Materialverlust
Mürbe und zerstörte Ziegelsteine

Gerichtete Wand vor Reparatur

Stützgerüst
mit flächigem Kraftangriff

Windenangriff
Widerlager

Reparaturzone Sockel

geöffnete Fugen
herausfallende Steine

rückseitige
Ausweich-
Sicherung

Weitere Reparaturmaßnahmen nach Befund und Anforderungen

2. Richten einer Torwand mit der Winde

Ein Richten von Fassaden ist in diesem Zusammenhang in Siebenbürgen noch nicht durchgeführt worden, wohl aber das Richten von freistehenden Hofwänden. Diese Maßnahme ist aber auch für stark verformte Fassaden denkbar, muss jedoch in jedem Fall von einem Ingenieur geplant und begleitet werden. Grundsätzlich sollen Verformungen nicht begradigt werden, denn sie gehören ja zur Lebensgeschichte des Bauwerks und sind als Bestand geschützt. Wenn aber die Standsicherheit gefährdet ist, oder weitere Schäden zu erwarten sind, kann ein Richten in vernünftigen Grenzen sinnvoll sein, wobei es nicht darauf ankommen darf, einen „perfekten", vollkommen lot- oder waagerechten Zustand herzustellen, sondern einen bestandssicheren, in dem auch Verformungen akzeptiert werden. Manchmal reicht es aus, mit dem Richten lediglich eine Vorspannung zu erzielen, die dann eine bedarfsgerechte einfache Reparatur erlaubt, wie etwa eine Rückverankerung oder einen Stützpfeiler.

Das Richten wird mit einem Stützgerüst und Winden vorgenommen, und muss sehr gründlich vorbereitet werden. Vor allem muss man dafür Sorge tragen, dass bei dem Vorgang die Sicherheit für Menschen und Sachen beachtet wird. Das Stützgerüst muss so aufgebaut werden, dass es nicht abrutschen kann und dass die Kraft der Winde oder des hydraulischen Stempels nicht punktuell, sondern gleichmäßig auf die Wandfläche wirkt. Eine gleichmäßige Druckverteilung ist die wichtigste technische Voraussetzung für ein Gelingen dieser Maßnahme. Zu der Vorbereitungen gehören weiterhin ein stabiles Widerlager für die Winde und eine rückseitige Ausweichsicherung am Mauerfuß, die eine Verschiebung der Wand und damit einen Einsturz verhindert.

Das Richten selbst muss in kleinen Schritten mit mehreren Winden vorgenommen werden, will man das aufwendige Versetzen einer Winde vermeiden. Alle Bewegungen müssen beobachtet und unerwünschte Verformungen vermieden werden. Die Wand soll als ganzes Bauteil ohne innere Verformungen gerichtet werden.

Nach dem Vorgang erfolgt die eigentliche Reparatur, die in jedem Fall die Sockelzone unterhalb der gerichteten Wandbereiche beinhalten muss. Weitere Maßnahmen müssen für den Einzelfall bestimmt werden.

Gewölbe

Die Reparatur oder der Neubau von Gewölben stellen an die Maurer besondere Anforderungen. Hier steht nicht einmal das handwerkliche Geschick im Vordergrund, sondern vor allem das Wissen um die richtigen Techniken. Nicht umsonst widmen alte Lehrbücher über die Konstruktionen in Stein diesem Thema die umfangreichsten Kapitel. Leider geht mit der Entwicklung moderner Bauweisen das Wissen um diese hoch entwickelten und handwerklich hochwertigen Konstruktionen langsam verloren. Auf dieser Seite sollen einige wenige doch wesentliche Aspekte zusammengefasst werden, die für die Instandsetzung der alten Häuser von Bedeutung sind.

Das Wesentliche Merkmal von Gewölbekonstruktionen ist eine kontinuierliche Stützlinie, das ist die resultierende Kraftlinie, die die Last vom Gewölbescheitel bis in die Fundamente führt. Diese Stützlinie ist dann im Gleichgewicht, wenn die Lagerflächen der einzelnen Steinlagen gleichmäßig die Last aufnehmen können, wenn also die Fugenbreite nicht zu unterschiedlich und möglichst nicht größer als 2 cm ist (Abb. 65.1.B). Dies kann erreicht werden einerseits durch ein schmales Steinformat (Abb. 65.1.A, Foto 65.2), andererseits durch eine annähernd parallele Lage der Steine, was dann aber einen speziell geformten Schlussstein am Gewölbescheitel notwendig macht (Abb. 29.3+5; 65.1.C; Foto 65.4).

Reparaturen sollen mit gleichem Steinformat und mit Kalkmörtel vorgenommen werden. Sie können je nach Situation auf einem Bogengerüst oder frei Hand durchgeführt werden (→S. 29-31).

A

2 cm

B

1,5 cm

Abb. 65.1.
Gewölbe-Lagerschichten [50]

C

1/3 b

1,5 b

b

Abb. 65.2.
Proportion zum Bemessen von Sturzbögen

3. Historischer Gewölbebogen mit ausgesuchten flachen Steinen

4. Passgenauer Schlussstein am Gewölbescheitel

5. Rekonstruktion eines Torgewölbebogens über einem Formgerüst

6.+7. Reparatur eines Kreuzgewölbes „frei Hand"

1. Kalksumpf mit Winterabdeckung bereit zur Entnahme

2. Mischtröge für Kalkmörtel

3. Sieben des Sumpfkalkes zur Herstellung von Kalkmilch für Anstriche

4.+5. Aufbau und Anstich eines trocken gelöschten Kalkmörtelhaufens

Von Putzen wird erwartet, dass sie den optischen Charakter des Bauwerkes erhalten und gleichzeitig einen dauerhaften Schutz des darunter liegenden Mauerwerks gewährleisten. Erneuerungsmaßnahmen sollten daher nicht in erster Linie darauf angelegt sein, das Gebäude danach „wie neu" aussehen zu lassen, sondern die vorgesehenen Funktionen wieder herzustellen. Der Charakter eines alten Hauses darf sich auch nach einer Renovierung zeigen und es ist durchaus erwünscht, wenn sich etwa eine neu hergerichtete Fassade harmonisch in das gewachsene Straßenbild einpasst.

Während früher Putzflächen als „Verschleißbauteile" des Hauses akzeptiert und jährliche Wartungsarbeiten im jahreszeitlichen Rhythmus wie etwa dem Erneuern des Kalkanstrichs selbstverständlich waren, werden heute hohe Ansprüche gerade auch an Wartungsfreiheit und Dauerhaftigkeit gelegt. Dies sind jedoch sehr vage und relative Begriffe. Wird nicht die längste Lebensdauer eines Gebäudes gerade dann erhalten, wenn es sorgfältig in seinem ganzen Umfeld gepflegt und gewartet wird? Ist nicht gerade auch die Pflege von Lebens- und Wohnbedingungen Ausdruck von Kultur und Grundlage von Nachhaltigkeit und Dauerhaftigkeit? Das gilt doch für die Werkzeugpflege eines Handwerkers ebenso wie für die Pflege von Kleidung und der Gebäudehülle, in der man lebt und arbeitet. Die Forderung nach Wartungsfreiheit ist daher kulturfremd und wird nach Kriterien von Kurzlebigkeit und Profitmaximierung erhoben oder folgt aus Unkenntnis der tatsächlichen bauphysikalischen Zusammenhänge.

Auch auf dem Gebiet Putze ist in den vergangenen Jahrzehnten viel geforscht und geschrieben worden. Dies vor allem, um die heute sehr vielfältigen Anforderungen zur Energieeinsparung, zum Feuchte-, Wärme-, Schall- und Brandschutz zu bedienen. So stehen heute Putzsysteme zur Verfügung, die in ihren Zusammensetzungen und physikalischen Eigenschaften eine höchstmögliche Lebensdauer und einen optimalen Schutz bieten können. Allerdings, auch dies steht fest, können Putze nur so gut sein, wie ihr Untergrund es zulässt. Die Verträglichkeit der Baustoffe untereinander, speziell die physikalischen Wechselwirkungen von Putz und Untergrund spielen eine entscheidende Rolle. Diese geben aber durchaus kein homogenes Bild. Unterschiedliche Steine von sehr unterschiedlicher Art, Größe, Festigkeit, Rohdichte und Kapillarität sind mit Ziegelsteinen von unterschiedlicher Zusammensetzung und Brandtemperatur mit verschiedenen Lehm- und Kalkmörteln vermauert. Demnach müsste jedes einzelne Objekt, zumindest aber jede Ortschaft in ihrem Bestand bauphysikalisch untersucht und analysiert werden, um für die jeweils verwendeten Mauerwerksmaterialien in ihrem individuellen Gefüge die „richtige" Putzrezeptur zu entwickeln, ein derzeit für die Mehrheit der Hauseigentümer nicht realisierbares, unwirtschaftliches und daher unsinniges Ansinnen. Es wäre für die vielen notwendigen Reparaturen auch gar nicht möglich, für aussagekräftige wirklichkeitsnahe Feuchte- und Salzanalysen die geeignete Messtechnik und dafür ausgebildete Fachkräfte zu finden.

Die Forschungen und Fachbeiträge werden in aller Regel von erfahrenen Bauingenieuren verfasst, die auftragsgemäß in erster Linie die wissenschaftlichen und bautechnischen Aspekte zum Inhalt haben. In jahrzehntelangen Forschungsreihen und einer Unzahl an Beispielen sind die geeigneten normgerechten Materialien und Verfahren erprobt und Rezepturen entwickelt worden. Ästhetisch-gestalterische Aspekte spielen dabei vor allem als Konflikt mit der Denkmalpflege eine Rolle, und soziale und kleinräumlich kulturelle Aspekte werden so gut wie gar nicht berücksichtigt, weil diese Aspekte die Bauphysik nur sekundär berücksichtigen. Hierfür zwei Beispiele:

Materialien wie Verfahren ausgefeilter Sanierungstechniken sind so genau abgestimmt, dass die Arbeiten häufig nur von speziell ausgebildeten Fachkräften durchgeführt werden können. Was ist aber mit den halb gelernten Maurern und Handwerkern im Dorf, die allenfalls die traditionellen Techniken beherrschen? Die Anwendung komplizierter „moderner" Techniken und aufeinander abgestimmter Dämm-, Putz- und Anstrichverfahren wird den dörflichen Handwerkern kaum Aufträge und damit eine wirtschaftliche Existenz sichern können. Und wenn sie sich dennoch auf unerfahrene Techniken einlassen, sind für das Gebäude und den Bauherrn Bauschäden mit unangenehmen Folgen vorprogrammiert.

Von den Experten wird in der Regel die Verwendung von Werksmörtel dem Baustellenmörtel vorgezogen, weil dieser in der Zusammensetzung der Rezeptur gleichmäßiger und zuverlässiger ist. Aber einmal mehr wird damit ein wichtiger Bestandteil der Arbeit vom Objekt und aus dem Dorf abgezogen und, etwa im Falle eines Sanierputzes zu einem ausländischen Industriebetrieb verlagert. Gleichzeitig gehen wertvolle traditionelle Techniken wie etwa das Trockenlöschen auf der Baustelle verloren. Dies schafft Abhängigkeit und kann nicht im Sinne von Nachhaltigkeit und wirtschaftlicher Entwicklung sein.

Ist es nach diesen Überlegungen nicht angemessener, zunächst einmal ein paar Schritte zurückzustehen und das zu machen, was lokal und traditionell machbar und erprobt ist, auch wenn dies vorerst hinter dem möglichen Stand der Technik zurückbleibt?

Als falsch hat sich auch das in der jüngeren Vergangenheit unbekümmerte Aufbringen von dichten und harten (zementgebundenen) Putzen oder Putzschichten erwiesen, ohne die bauphysikalischen Rahmenbedingungen der Gesamtkonstruktion zu berücksichtigen.

Das „Richtige" zu machen bleibt also in der gängigen Praxis eine Wanderung auf sehr glattem Eis.

Diagnostik [51]

Welche Erwartung auch immer mir der Erneuerung der Außenwände und Putzflächen verbunden ist, am Anfang steht eine Diagnostik von den Zuständen und Schäden, die in ihrer Genauigkeit und Gründlichkeit der geplanten Maßnahme entsprechen muss. Das Spektrum bewegt sich hier zwischen

1. einer einfachen Ausbesserung von Kalkputzflächen mit gleichem Material zum Bestandserhalt mit den herkömmlichen niedrigen Erwartungen an die Lebensdauer bzw. mit der Erwartung turnusgemäßen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten,
2. einer Komplettsanierung mit neuem Putzaufbau ggf. für neue Nutzungen der Räume unter Berücksichtigung von Feuchte- und Salzbelastungen für längere schadensfreie Zeiträume und Garantien, und
3. Instandsetzungsarbeiten an hochwertigen Denkmalen mit Werksteinen, Freskenmalereien oder hochwertigen historischen Putzflächen, Gesimsen, Gewänden oder Ornamenten.

Für die erste Kategorie ist der Aufwand der Diagnostik sicherlich deutlich geringer als bei einer Komplettsanierung oder für Putzflächen von hohem Denkmalwert, die ja auch an alten Bauernhäusern zu finden sind. Mindestens an solchen Teilflächen sind genauere Untersuchungen immer notwendig.

Die Diagnostik sollte von einem Fachplaner vorgenommen oder wenigstens begleitet werden, um die technisch „richtigen" und am Ende Kosten sparenden Maßnahmen entwickeln zu können. Dies kann anhand einer Checkliste geschehen, in der die wesentlichen Kriterien für eine erfolgreiche Maßnahme aufgeführt werden. Eine augenscheinliche architektonische und fotografische Bestandsaufnahme im Hinblick auf eine Fassadensanierung beinhaltet:

- Lage des Gebäudes, Himmelsrichtung der zu behandelnden Wandflächen, Geländeverlauf, Ableitung des Oberflächenwassers, Brunnen, Klärgrube
- Gebäudegeometrie und Abmessungen (Grundriss, Schnitte, Ansichten)
- Bauweise des Gebäudes: Keller, Mauerwerk, Dachflächen, Regenrinnen und Fallrohre
- Vorhandene Altputze: Festigkeit, Haftung, Hohlstellen Schichtenaufbau, Zementputzschichten
- Hervorstehende oder rückspringende Quaderungen, Gewände, Stuck, Ornamente; Sgraffito
- Farbfassungen, Beschichtungen, Ornamentmalerei, Fresken
- Putzuntergründe: Natursteinart Ziegelmauerwerk, Mischmauerwerk, Mörtel

Weitere Bestandsuntersuchungen, die im Labor vorgenommen werden, sind:

- Petrografische Bestimmung des Natursteines: Rohdichte, Reindichte, Porosität, Druckfestigkeit, Oberflächenfestigkeit, Wasseraufnahme
- Feuchtetechnische Untersuchungen der gesamten Wand (Steine, Mörtel und Putz) in verschiedenen Höhen und Wandtiefen zur Bestimmung der Feuchteverhältnisse in der Wand
- Art und Anteil von schädlich wirkenden Stoffen: Salze, Krusten, biogener Befall

1. Bei der Bauaufnahme werden alle Parameter von den Detailformen bis zur Analyse der Untergründe erfasst.

2. Im Streiflicht sind mitunter erstaunliche Altbefunde erkennbar.

3. Abgewetterte Putzfläche: welche Bestandteile, welcher Putzaufbau, welche Untergründe?

4. Musterflächen verschiedener Putzrezepturen zur Langzeiterprobung.

Abb. 68.1; Fotos 2.+3. Herstellung von Gleitschablonen zum Ziehen von Friesen und Gesimsen aus Zinkblech und Holz.

- An besonders wertvollen Farbfassungen, Malereien sollten Malschichten und Pigmente genauer untersucht und bestimmt werden.

Diese Daten fließen dann in die Schadensaufnahme als Grundlage zur Bestimmung der geeigneten Maßnahme.
In der Praxis wird dies allein aus Kostengründen an den einfachen Bauernhäusern nicht möglich sein. Hier wird die o.g. erste Kategorie zur Anwendung kommen.

Erforderliche physikalische Eigenschaften des Putzes
Seit alters her gibt es Regeln und Grundsätze für das Verputzen von Wandflächen, teilweise nach neuen Erkenntnissen überprüft, teilweise auch erst nach neueren Forschungsergebnissen aufgenommen, die für eine nachhaltiges Ergebnis unbedingt eingehalten werden sollten.

1. Putzregel: abnehmende Festigkeit von innen nach außen
Die erste Putzregel bezieht sich auf den Gesamtaufbau einer Wandkonstruktion und legt fest, dass die Festigkeit von innen nach außen abnehmen muss. Die Festigkeit, bestimmt durch die Druckfestigkeit, die Biegezugfestigkeit und den Elastizitätsmodul (E-Modul), jeweils gemessen in N/mm², des Untergrundes muss also größer sein als die des Putzes. Dieser Regel liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion von dem festeren Material aufgenommen wird: Ist das Mauerwerk fester, werden die Lasten über das Mauerwerk aufgenommen, ist der Putz fester, übernimmt dieser die Abtragung der Lasten,[52] wird also wegen seine geringen Dicke ausweichen und brechen. Einige Kennwerte dieser Eigenschaften sind für verschiedene Putze und Wandkonstruktionen in der Tabelle S. 37 aufgelistet.
Für die Festigkeit des Untergrundes müssen auch Quell- und Schwindverhalten, Dehnung und Querzugfestigkeit der Gesamtkonstruktion berücksichtigt werden.
Historische Wandkonstruktionen haben in der Regel ein sehr großes Quell- und Schwindverhalten, besonders solche mit Lehmmörtel, eine hohe reversible Verformungskapazität (=niedriger E-Modul), aber eine niedrige Querzugfestigkeit (=irreversible Verformungskapazität).
Alle diese Kennwerte sind für zementhaltige Bauteile extrem gegenläufig. Zementputze sind hart und spröde, haben hohe Festigkeiten und einen hohen E-Modul, aber eine nur geringe Verformungskapazität.

2. Putzregel: zunehmende Diffusion von innen nach außen
Die zweite elementare Regel bezieht sich auf den Feuchteausgleich der Wand und besagt, dass die Diffusion von Feuchtigkeit aus der Wand heraus durch die äußeren Bauteilschichten hindurch begünstigt werden muss, um Schäden zu vermeiden (→Feuchteschäden). Oder anders herum gesagt, muss der Diffusionswiderstand von innen nach außen abnehmen. Zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit dient die materialspezifische Dampfdiffusionswiderstandszahl μ. Sie wird gebildet aus dem Verhältnis der Materialschicht und der äquivalenten Luftschichtdicke *sd*, die in m angibt, wie dick eine ruhende Luftschicht sein müsste, um den gleichen Diffusionswiderstand zu leisten wie das jeweilige Bauteil. Ein hoher μ-Wert zeigt einen hohen Diffusionswiderstand an.
Auch hier liegen historische Konstruktionen aus weich gebrannten Ziegeln mit Lehm und Kalkmörteln um ein Vielfaches niedriger als Zementputze.
Zusammenfassend kann man aus diesen bauphysikalischen Eigenschaften erkennen, dass historische Konstruktionen und zementhaltige Bauteile wie Putze und Vorsatzschalen ausgesprochen unverträglich sind. Wenn ihre Kombination in der Praxis dennoch im Einzelfall funktioniert, ist dies vermutlich auf Grenzwerte der Materialeigenschaften des Einzelfalls zurückzuführen: Das historische Mauerwerk ist eben doch etwas fester als die Materialkennwerte sagen, der Kalk-Zementputz etwas weicher eingestellt und Feuchtigkeit und Salze spielen in diesem Falle auch keine große Rolle. Soweit, so gut, mag die Zeit zeigen, wie lange sich dieses Gleichgewicht hält.

Bauphysikalische Aspekte zur Wahl von Kalkputz
Der Mineraloge Dr. Norbert Höpfer hat das komplexe Thema der Kalkputztechnologie knapp aber umfassend zusammengestellt.[53]
Kalkputze und -anstriche haben im Vergleich zu den meisten Putz- und Farbsystemen die niedrigsten Diffusionswiderstände und damit den effektivsten Durchgang von Wasserdampf, die besten Wasseraufnahmefähigkeiten (kapillarer Transport von flüssigem Wasser) und die schnellste Rücktrocknung (→2. Putzregel). Damit kommt es permanent zu einem Austausch von Wasserdampf und kapillarem Wasser zwischen der Luft, dem Putz und dem Mauerwerk. Dies führt zu einer optimalen Regulierung des Raum-Innenklimas und im kapillarschlüssigen Verbund von Mauerwerk und Putz zu einer dauerhaften Rücktrocknung des Mauerwerks. Ein Feuchtestau im Mauerwerk wird verhindert. Kalkputz kennzeichnet eine geringe Härte (Biege- und Zugfestigkeit) im Vergleich zu zementhaltigen Putzen, ist dadurch elastischer und die bessere Wahl für poröses Ziegelmauerwerk gemäß der 1. Putzregel.
Wärmedämmende Eigenschaften ergeben sich zuerst über die permanente Rücktrocknung bis zur Ausgleichsfeuchte (ca. 2 Gew.-%). Darüber hinaus lässt sich die Wärmeleitzahl durch poröse Zuschläge wie z. B. Perlit senken. Diese Eigenschaften treten ein, wenn Putz und Anstrich kapillarschlüssig aufgebracht werden. Hohlräume und Flächen aus kapillardichteren Baustoffen wie Zementschichten, organisch vergüteten Klebern, Spachtelmassen, Haftvermittlern, Dispersionsfarben sowie Mineral- und Silikatfarben mit dispergierten Anteilen begrenzen die positiven Eigenschaften des Kalkes im Aufbau einer Wand und sollen nicht eingesetzt bzw. müssen entfernt werden.
An besonders beanspruchten Stellen, z. B. an Sockeln können hydraulische Kalke eingesetzt werden.

Ziehen des Traufgesimses mit einer Gleitschablone

Erhärtungsreaktionen (→ Kalk S. 22)
Im Kalkkreislauf erhärtet der Kalk über mehrere Schritte der Carbonatisierung.
Diese sind gesteuert durch die Diffusion von Kohlendioxid CO_2, Wasseraufnahme und Verdunstung. Die Carbonatisierungsfront schreitet ca. 10 mm pro Jahr in die Tiefe fort, mit abnehmender Tendenz. Branntkalk CaO wird, wie beschrieben, zu Calciumhydroxid $Ca(OH)_2$ gelöscht. Kohlendioxid CO_2 wird dann zunächst zu Hydrogenkarbonat $Ca(HCO_3)_2$ angebunden. Die folgende Verdunstung des Wassers führt schließlich zur Bildung von Calciumcarbonat $CaCO_3$ – dem Endprodukt. Zeitlich bestimmender Schritt ist die diffusionsgesteuerte Anbindung des CO_2. Daher dürfen Kalkputze nur kontrolliert langsam trocknen. Ein zu schnelles Abtrocknen führt zu einem „Verbrennen" und Abkreiden des Kalkes. Verbleibt das Wasser zu lange im Mörtel, wird dieser nicht fest. Das Ansteifen des Kalkmörtels an der Wand kann einige Stunden bis Tage dauern und ist abhängig vom Saugverhalten des Untergrundes und der Hydraulizität des Kalkes.
Einige Kalke, insbesondere trocken gelöschte und an der Baustelle hergestellte Kalke beinhalten hydraulische Phasen und erhärten damit auch unter Wasser, wie auch Kalke mit hydraulisch wirksamen Zuschlägen wie Vulkangestein oder Ziegelmehl, die eine Reaktion zwischen Kalkhydrat, Wasser und gebrannten Silizium-/Aluminium-Verbindungen erwirken.
Daher beeinflussen sowohl die Wahl des Kalk-Bindemittels (Kalkhydratpulver, Sumpfkalk, Branntkalk), als auch die Auswahl von Sanden, Zuschlägen und möglichen Additiva wie Kasein, Armierungsfasern, Ziegelmehl, Holzkohle etc. wesentlich die Qualität, Anwendungsgebiete und Dauerhaftigkeit eines Kalkmörtels in Bezug auf Adhäsion, Kohäsion, Druck- und Zugspannung, Elastizität, Putzstärke, Rissverhalten, Kalkausblühungen, Resistenz gegen Witterung, Umwelteinflüsse und Mauerwerksschäden.
Während der Verarbeitung und der beginnenden Erhärtung des Kalkes dürfen die Temperaturen nicht unter 5°C und beim Kalkanstrich nicht unter 10°C fallen.
In der Anwendung unterscheidet man zwischen Innenwänden, Fassaden und feuchtegeschädigtem Mauerwerk (aufsteigender Feuchte, Salzbelastung, Kondensfeuchte etc.). Kalkputze werden im klassischen 3-Lagen Kalk-Sand-Putz-Verfahren aufgebracht: Spritzbewurf, Unterputz und Oberputz. Mit trocken gelöschtem Kalk können Fassaden auch mit 1–2 Lagen verputzt werden.

Untergrund und Putzaufbau
Kalkputze benötigen einen festen, saugenden, schmutz-, staub- und trennschichtfreien Untergrund. Die Untergründe müssen entsprechend ihrer Wasseraufnahmefähigkeit gut vorgenässt werden, stark saugende Untergründe mehr, weniger saugende geringer. Vor dem Putzauftrag darf kein Wasser auf der Oberfläche stehen. Jede Putzlage muss ausreichend feucht gehalten werden, sodass an Fassaden infolge Windzug und Sonneneinstrahlung dem Kalkmörtel nicht zu schnell das Wasser entzogen wird. Dafür können nasse Jutebahnen vorgehängt werden. In Innenräumen soll für einen mäßigen Luftaustausch ohne Zugluft gesorgt werden.

Putzrezepturen und Anwendung

1.+2. *Aufgeraute Putzstrukturen von Unterputzen*

Kalkputze müssen gemäß der 1. Putzregel von der untersten bis zur obersten Putzlage weicher eingestellt werden. Dies geschieht über das Verhältnis von Bindemittel zu Zuschlag, wie in der oberen Tabelle 70.1 als Richtwert angegeben.
Kalkputze sollen möglichst eine gleichmäßige Dicke 20 ± 5 mm haben. Sie müssen mindestens 8 mm und dürfen höchstens 30 mm dick sein. Allerdings sind die Wandflächen in alten Häusern, insbesondere solche aus Bruch- und Mischmauerwerk, oft weder eben noch senkrecht. Es soll aber nicht der Versuch unternommen werden, solche unebenen Wandflächen mit stark unterschiedlichen Putzstärken an Richtlatten zu begradigen oder „ins Lot" zu bringen, Rissschäden sind dann vorprogrammiert. Vielmehr soll dem alten Mauerwerk Rechnung getragen und der Putz den Unebenheiten etwas ausgleichend folgend in weichen Formen etwa gleichmäßig dick aufgetragen werden. Früher war dies für die Mauer Standard, heute bemüht man sich, alles rechtwinklig, waage- und lotrecht zu bauen. Dies ist jedoch in alten Häusern der falsche Ansatz.
Auf der Putzoberfläche bildet sich in der Regel eine Sinterschicht, die durch Bindemittelanreicherung an der Oberfläche (Verreiben, Glätten) verstärkt wird. Diese Trennschicht muss vor nachfolgendem Putzauftrag aufgerauht werden. Insbesondere bei Fassaden kann sonst die oberste Putzschicht abplatzen. Da während des Abbindeprozesses Wasser aus dem Kalkputz entweicht, sind Schrumpfrisse möglich. Sackrisse, Fettrisse und Schwindrisse sind Kennzeichen dafür, dass die Materialmischung nicht optimal auf den Untergrund abgestimmt ist.
Sofern die Oberfläche durch den Oberputz geschlossen bleibt, sind Hohlstellen oder Rissphänomene kein Fehler. Daher soll der Oberputz nach dem Ausreißen des Unterputzes aufgebracht werden. An der Fassade muss man darauf zu achten, dass Risse im Unterputz nicht zu groß sind. Trotz Kalk-Oberputz können sich diese nach der Bewetterung über unterschiedliche Rücktrocknung abzeichnen.
Statische Risse und Gebäudefugen können sich trotz Einhaltung der Kalkputzregeln im Putz abzeichnen. Gebäudefugen in der Fassade sollen daher vorsorglich mit Kellenschnitt oder Schattenfuge abgesetzt werden. Zu harte Kalkputze entwickeln nach Wochen bis Jahren ein Netzsystem aus feinen senkrecht zueinander stehenden Rissen.
Schrumpf-, Fett-, Sack- und Schwindrisse sind auf folgende Parameter zurückzuführen: Kalk-Sand-Wasser-Verhältnis, Saugverhalten des Untergrundes, Sieblinie, Korngröße, Putzstärke und Art und Umfang des Nachwässerns, bzw. der Bewetterung (→Tabelle 70.2)
Generell sollten Sande mit einer ausgewogenen Verteilung von Fein-, Mittel- und Grobanteilen gewählt werden. Auch ungewaschene Sande können verwendet werden, sofern kein besonders hoher Tonanteil vorhanden ist. Hierfür dient folgender Test: Sand mit Wasser aufrühren, haben sich die Tonpartikel nach 8 Stunden abgesetzt, ist der Lehmanteil kein Nachteil. Allgemein hat sich die einfache Regel bewährt, dass das Größtkorn vom Sand etwa 1/3 der Putzstärke haben sollte. Hilfreich ist die Ausführung eines Putzkeils. Nach dem Ansteifen/Erhärten lässt sich ablesen, ab welcher Putzstärke Risse auftreten.

Tabelle 70.1.[54]

PUTZMÖRTEL-RICHTREZEPTUREN (Angabe in Raumteilen)	KALK	SAND / Zuschlag	HINWEIS
Spritzbewurf	1	3	70% deckend
Unterputz	1	3–4	Grobkorn
Oberputz	1	4–5	Feinkorn

Tabelle 70.2.[55]

RISS-TYP	BESCHREIBUNG	URSACHE
Schrumpfriss / Fettriss	120° Winkel	Wasserverlust, zu viel Bindemittel, zu dick
Schwindriss	120°– am Rand hohl	schlechte Mischung, zu wenig gewässert, zu dick
Sackriss	nach unten absackend	Mörtel zu schwer, zu stark gewässert, schlechte Haftung
Konstruktiv bedingter Riss	Fugen-, Kerbriss	Bewegungen in der Konstruktion, getrennte Gebäudeteile

Oberflächenstruktur

Putzstrukturen sind das Ergebnis von Mörtelkonsistenz, Werkzeug und Saugverhalten des Untergrundes. In der Regel werden Putzflächen mit dem Filzbrett aus Holz geglättet. Traditionell waren die Filzbretter recht klein und an den Kanten oft auch etwas abgeflacht, sodass eine Anpassung der Oberfläche an die Unebenheiten des Mauerwerks möglich ist. Die feine Körnung des Oberputzes bestimmt damit die Oberflächenstruktur.
Insbesondere das Abreiben der Oberfläche erfordert eine geschickte Hand des Maurers. Einerseits muss die Oberfläche gleichmäßig, geschlossen und dicht sein, andererseits wird durch zu gründliches Abreiben das Bindemittel an der Oberfläche stark angereichert, was zum „Totreiben", zur unerwünschten Abdichtung der Oberfläche führt. Nach der 2. Putzregel muss aber gerade die Oberffläche vollkommen diffusionsoffen bleiben.
Strukturputze sind im historischen Bestand der Bauernhäuser in Siebenbürgen nicht vorhanden.

Oberflächenstruktur, Gesimse und Ornamente

Gesimse und Ornamente

Gleichwohl ist den teilweise mehrlagigen Ornamenten und Gesimsen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. In vielen Fällen müssen diese nach Befund ergänzt oder repariert werden, mitunter sind auch vollständige Rekonstruktionen erforderlich.
Gesimse werden generell mit einer Schablone gezogen, die aus Blech auf einem Holzgestell nach dem vorhandenen Original hergestellt wird (→Fotos und Abb. S. 68–69). Zum Ziehen des Profiles werden dann zunächst Führungsleisten auf der Fassade unterhalb des Gesimses und, wenn möglich oberhalb befestigt, die eine gleichmäßige Führung der Schablone erlauben. Sodann wird der Putz angetragen und wiederholt mit der Schablone abgezogen bis keine Fehlstellen im Putz mehr vorhanden sind. Kleine Ausbrüche von groben Zuschlägen etwa werden mit einen Stukkatuerspachtel nachgearbeitet und nach dem Ansteifen die Grate an Kanten mit einem feuchten Pinsel geglättet und leicht gebrochen (Fotos 71.1–4).
Auch Quaderungen werden mit einer Gleitschabone ausgeschnitten. Die so entstehenden Nuten können dann mit einem speziell ausgehobelten Stab geglättet werden (Fotos 71.5-7).
Eine Besonderheit stellen die in Sgraffito-Technik hergestellten Ornamente dar. Auf Karton wird die Originalform im Maßstab 1:1 aufgezeichnet. Die Ornamentfläche wird auf dem Oberputz mit einer weiteren Putzlage von 2–3 cm Dicke mit seitlichen Überständen aufgetragen. Nach dem Ansteifen wird dann die Umrissform

Fotos Seite 71.

1.–4. linke Spalte:

Das Ziehen und Nacharbeiten von Gesimsen und Ornamenten erfordert geschickte Hände, Erfahrung und hohe Konzentration.

Kleine Fehlstellen müssen mit Stukkateurspachteln nachgearbeitet werden, zum Schluss werden die Grate mit einem feuchten Pinsel geglättet.

5.–7. rechte Spalte:

Quaderungen werden mit einer Schablone aus der angesteiften Putzfläche geschnitten und anschließend mit einer Leiste ausgezogen und geglättet.

Fotos Seite 72.

1. *Antragen eines Zahnschnitts am Traufgesims*
2. *Auftragende Ornamente werden außen an einer Pappschablone ausgeschnitten.*

3.–4. *Die Innenzeichnung wird mit einer Nadel übertragen und anschließend ausgestochen und ausgekratzt.*

5.–6. *Kleinere Ornamente werden direkt auf den Putz aufgetragen. Zuvor wird die Form in den Putz geritzt und die Aufbaufläche aufgeraut,*

mit einer Nadel durch den Karton auf die Putzfläche übertragen und anschließend mit feinen Spachteln abgestochen und herausgekratzt (=Sgraffito). Dies kann in mehreren Lagen übereinander wiederholt werden (Fotos 72.2-4).
Eine andere Methode, die für kleinteilige auftragende Ornamente angewendet wird, ist die Vorzeichnung der Ornamentelemente auf dem angesteiften Oberputz. Die Flächen für das Ornament werden aufgeraut und nach 1–2 Tagen der Mörtel für das Ornament aufgetragen und angearbeitet (Fotos 72.5–6).

Behandlung salzgeschädigter Flächen

In der Verdunstungszone der Sockelbereiche sind häufig auch bauschädigende Salze angereichert. Eine Sanierung mit Kalkputz kann hier äußerst effektiv sein, insbesondere, wenn zuvor dichtere, z.B. zementäre Putze auf der Wand waren.
Feuchtes Mauerwerk weist eine Materialfeuchte ab ca. 8 bis über 20 Gew.-% auf. Somit können mehrere 100 ltr. Wasser in einem Kubikmeter Mauerwerk enthalten sein. Nachdem das Wasser lediglich verdunsten kann, verläuft die Rücktrocknung langsam und kann sich über mehrere Jahre hinziehen. In dieser Zeitspanne können die Kalkputze mit Porenwasser gefüllt sein und erhärten zeitverzögert.
Die endgültige Ausgleichsfeuchte des Kalkputzes ergibt sich als Funktion von Luftfeuchte, evtl. eintretender Kondensfeuchte, Feuchtegehalt des Mauerwerks und der Salzkonzentration. Ein Abklingen der Mauerfeuchte bzw. Materialfeuchte des neuen Kalkputzes auf 2 Gew.-% ist somit nur bedingt zu erwarten und von der Vorschädigung und begleitenden Maßnahmen wie Trockenlegung, Drainage, Opferputz, Dachüberstand, Heiz- und Lüftungsverhalten etc. abhängig.
Das Mauerwerk muss freigelegt und die Fugen müssen gut ausgekratzt und abgebürstet werden (Fotos 60.1–3). Die abgeschlagenen salzbelasteten Putz- und Mauerwerksreste müssen zeitnah von der Baustelle entfernt werden, um neuerlichen Eintrag zu vermeiden.
Bei starker Versalzung empfiehlt sich der Auftrag eines Opferputzes. Hierbei wird eine möglichst fette Kalk-Sandmischung mit Cellulose vermischt und grob aufgebracht. Da die Salze in das jeweils nasse Milieu wandern, sollte der Opferputz noch im nassen Zustand (innerhalb einer Woche) entfernt werden. Dies kann mehrfach wiederholt werden. Hierdurch wird eine zunehmende Entsalzung des Mauerwerks erreicht. In gleicher Weise können historische Putzschichten entsalzt werden. Abhängigkeit von der Restfeuchte kann es beim Wieder-/Neuverputz mit Kalk zu unterschiedlichen Schadensbildern an der Putzoberfläche kommen:

1. Salzmobilisation aus dem Mauerwerk/Altputz über das Anmachwasser. In der Regel genügt es, die Salze abzukehren.
2. In Partien erhöhter Mauerfeuchte (Sockelbereiche) führt das Saugverhalten des Kalkputzes zu immer wiederkehrenden Salzausblühungen. Gleichfalls erscheint der Sumpfkalkanstrich dunkler.

Erdberührte Bereiche historischer Gebäude sollten nur dann abgedichtet werden (Dichtmassen, Lehmschlag), wenn mit drückender Nässe im Erdreich zu rechnen ist. Andernfalls ist eine dauerhaft funktionstüchtige Drainage sinnvoll.
Sockelbereiche alter Gebäude, ausgeführt in Kalktechnik, müssen grundsätzlich als Zonen mit erhöhtem Wartungsbedarf angesehen werden. Eine längere Standzeit des Sockelputzes kann durch den Zusatz von hydraulischem Kalk erreicht werden (1 RT Kalkpaste : 1 RT Trasskalk : 6 RT Sand), jedoch wird damit auch die Diffusion herabgesetzt.
Auch der Zusatz von Ziegelmehl aus weich gebrannten Ziegeln wirkt hydraulisch und wird insbesondere für Sockelzonen empfohlen (Foto 25.5).
Ferner kann über die Korngröße die Porosität des Putzes zur besseren Aufnahme von Salzen gesteuert werden. Der Zuschlag von Sand mit einer Sieblinie bis zu 20 mm ist auch in historischen Putzen belegt (Fotos 25.1–4). Ein solcher Grobkornzuschlag ist insbesondere im Unterputz empfehlenswert.
Der Zusatz von Vulkangestein (scorie) ist bislang nicht erprobt. Das große Porenvolumen dieses Gesteins erscheint zunächst vorteilhaft, hydraulische Eigenschaften sind nicht erforscht.
Schließlich sei noch der Einsatz von Sanierputzen zur Sanierung von salzbelasteten Wandflächen angesprochen, der insbesondere von der Fachwelt empfohlen wird. Sanierputze sind genau für diesen Fall entwickelt worden und garantieren eine hohe Dauerhaftigkeit. Sie haben ein besonders hohes Porenvolumen, sind kaum kapillar wirksam, aber höchst diffusionsoffen und meistens hydrophob eingestellt. Der Nachteil dieser Putzsysteme ist, dass sie ausgesprochen teuer sind und schwierig zu verarbeiten. An der Baustelle herrschen eben keine Laborbedingungen und schon geringste Fehler beim Anmachen oder bei der Verarbeitung führen zum Versagen des Systems. Außerdem sind Sanierputze auf Zementbasis aufgebaut, um eine Stabilität trotz des hohen Porenvolumen zu gewähren. Sie können daher nicht mit Kalkfarben gestrichen werden und passen daher nicht zur Gesamterscheinung des Bauwerks.

Innenputz

Auf Innenwänden werden Kalkputze im klassischen 3-Lagen Kalk-Sand-Putz aufgebracht. Der Oberputz kann aufgebracht werden, wenn der Unterputz gerissen ist. Dies ist stark abhängig vom Saugverhalten des Untergrundes (z.B. bei Ziegelmauerwerk nach ca. 1 Tag). Eine schnellere Carbonatisierung kann im Innenbereich durch die Zufuhr von Kohlendioxid erfolgen (Holzfeuer). Dabei muss selbstverständlich der Brandschutz und die Gefahr von Kohlenmonoxid beachtet werden. Möglich sind auch Kalkoberputze auf bestehenden Untergründen, sofern diese mineralisch, saugend, fest, tragfähig und frei von Trennschichten sind. Nicht tragfähige Untergründe wie z.B. Tapeten können nicht verputzt werden.
Putzträger über Holzuntergründen (Holzbalken) im Fachwerk sollten neben dem Holz befestigt werden. Generell ist davon auszugehen, dass Holzuntergründe im Vergleich zum Kalk verzögert austrocknen. Erst wenn die Rücktrocknung des Holzes stattgefunden hat und sich die Risse im Unterputz entwickelt haben kann mit den Oberputzarbeiten begonnen werden. Nicht direkt zu verputzende Untergründe sind OSB- oder andere industrielle Holzbauplatten. Schilfrohr- und Holzweichfaserplatten lassen sich 3-lagig mit Armierungsgewebe verputzen. Der Bereich Trockenbau ist für die Kalktechnik relativ neu. Gipskarton ist aufgrund des Dehnverhaltens ungeeignet. Besser sind faserarmierte Gipsplatten oder zementgebundene Perliteplatten. Grundsätzlich müssen hier die Verarbeitungsrichtlinien des jeweiligen Herstellers eingehalten werden und eine Freigabe in Bezug auf einen Verputz mit einem Kalk-Oberputz ist notwendig. Dies betrifft insbesondere die Art der Befestigung und Armierung. Eine Rissbildung entlang der Plattenstöße muss vor dem Verputzen auszuschließen sein. In aller Regel werden die Platten mit einem geeigneten Haftvermittler oder einer Gewebespachtelung versehen. Putzträger aus Schilfrohr oder Metallgewebe sind 3-lagig zu verputzen.

Fotos Seite 73.

1. *Schilfrohrmatte als Putzträger auf Sparschalung unter den Dachsparren,*
2. *darunter mit Unterputz.*
3. *Aufbau des Wandputzes auf zuvor angebrachten „Putzleisten".*
4. *Alternativ auch Drahtgewebe (Hühnerdraht) als Putzträger (→ S. 140).*

Anstriche mit Kalkfarben

1

2

3

4

Physikalische Eigenschaften
Kalkanstriche reinigen die Raumluft, sie sind antibakteriell, elektrostatisch neutral und führen über die Alkalität zu einer Desinfizierung (Anstrich in Stallungen). Dies minimiert die Anhaftung von Schmutzpartikeln, Verschimmelung oder Veralgung der Oberfläche. An Außenwänden wird im Vergleich zu Dispersionssilikatfarben eine entschieden bessere Rücktrocknung der Kalkputze erreicht. Zusätzlich bildet die Malschicht ein Kalkdepot für den darunter liegenden Kalkputz. Eindringendes Regenwasser löst in geringen Mengen Kalk und verfestigt Putz und Farbe. Da die Brechungsindices von Kalk und Wasser enger beieinander liegen, als die von Wasser und Titandioxid (typisches Weißpigment in dispergierten Farben), erscheinen Kalkfassaden bei Wetterumschlägen oder nach direkter Beregnung durch die Wasseraufnahme dunkler. Einsetzende Rücktrocknung führt wiederum zur ursprünglichen Farbgebung.
Bei anhaltender Durchfeuchtung, wenn beispielsweise die Kalkfarben in ständig feuchten Räumen oder auf spritzwasserbeanspruchten Gebäudesockeln eingesetzt wurden, verlieren sie jedoch alsbald sowohl ihre Festigkeit als auch ihr Deckvermögen. Unter anhaltender Feuchtigkeit werden zudem neu aufgetragene Kalkfarben nicht richtig fest.

Putzflächen wurden zumeist in noch nassem Zustand des Putzgrundes gestrichen, weil dann die Farbe wetterbeständig abbindet. Zwischen dem Kalkhydrat des Anstrichs bzw. der Malerei und dem des Putzes wird eine wasserfeste, chemische Bindung erreicht, was man in der Kunstgeschichte Malerei al fresco nennt. Den feucht auf feucht aufgetragenen Anstrich nennt man freskalen Anstrich.
Ist das Bindemittel Kalk im Putz gänzlich abgebunden, was in alten Putzen stets der Fall ist, kann auch darauf ein dauerhafter Kalkanstrich aufgebracht werden. Voraussetzung ist allerdings, dass die Oberflächen ausreichend fest, tragfähig, ohne Hohllagen und rissfrei sind. Die Haftung des Kalkanstrichs erfolgt hier durch Adhäsion und mechanischen Verbund, also nicht mehr chemisch. Deshalb müssen solche Oberflächen rauh oder zumindest griffig sein, was durch gründliche, die Zuschläge und Poren des Putzes freilegende Reinigung sichergestellt wird. Sehr glatte Putzflächen sind aufzurauhen. Um einen möglichst freskalen Anstrich auch auf alte Putzoberflächen auftragen zu können, empfiehlt es sich, sehr rauhe Putze mit einem Kalkschlämmanstrich zu überziehen, der auch mit dem Filz geglättet werden kann. Jetzt liegt wieder ein alkalisch aktiver Untergrund vor, der beide, Anstrich und Putz, chemisch miteinander verbindet. Eine andere Möglichkeit, frischen Anstrich und alten Putzuntergrund chemisch zu vereinigen, ist ein Voranstrich mit Kalk- oder mit Kalkkaseinwasser, weil dies noch eine schwache chemische Bindung ermöglicht. [56]

1

2

Bei der Instandsetzung von alten Untergründen, wie man sie in historischen Gebäuden häufig findet, kann es erforderlich werden, der Kalkfarbe bis zu 5 Vol% eines Zusatzbindemittels wie Kalkkasein oder Methylzelluloseleim (Tapetenkleister) unterzumischen.[57] Dies untestützt einerseits die Haftung, mindert aber gleichzeitig die Diffusion und muss daher kritisch betrachtet werden. Bewährt hat sich die Zugabe von 1–2 % Leinöl, das die Farbe etwas widerstandsfähiger macht, aber ebenfalls die Diffusion herabsetzt. Alte Kalkanstriche als Beschichtungsuntergrund sind zunächst sorgfältig in ihrer Haftzugfestigkeit und Tragfähigkeit zu prüfen, denn sie neigen zum Abblättern.

Pigmentierung
Die Farbgebung der Kalkanstriche muss mit besonderer Sorgfalt gewählt werden, weil hiermit das architektonische Erscheinungsbild in hohem Maße geprägt wird. Sie sollte mit dem Denkmalamt und dem Architekten abgestimmt werden. Dazu ist es hilfreich, Farbproben an der Fassade anzufertigen und die Farbwirkung am Objekt selbst zu prüfen.
Traditionell wurden wenige Erdpigmente verwendet, die in der Kalkmilch zu pastelligen Farbtönen abgemischt werden können. Es ist dabei zu beachten, dass waschechte, UV- und wetterbeständige Pigmente verwendet werden. Einige Hersteller bieten solche hochwertigen Farbpigmente an.

Fotos Seite 74.
1.+2. Ornamente werden in verschiedenen pastellfarbigen Pigmentierungen abgesetzt.
3.+4. Es empfiehlt sich zur besseren Entscheidungsfindung, vor dem Anstrich Musterflächen anzulegen und die Farbauswahl gemeinsam mit dem Architekten zu treffen.
Die Pigmente müssen mit großer Sorgfalt ausgewählt werden. Manche Farben neigen zum Auswaschen (Ochsenblut) oder zum Verbleichen (Grün).

Fotos Seite 75.
1. Kalkfarben zeichnen sich durch ein lebendiges pastelliges Farbenspiel aus. Allerdings sind bei stark saugenden Untergründen und ungünstigem Werkzeug leicht die Ansätze der Pinselführung sichtbar.
2. Bei allen Arbeitsgängen mit Kalkputzen und Kalkanstrichen muss auf eine langsame Trocknung geachtet werden. Bei starker Sonnenstrahlung empfiehlt es sich, die frischen Putzbereiche mit feuchten Jutebahnen zu verschatten.

Ausführungsregeln für Anstriche mit Kalkfarben [58]

- Möglichst bei feuchter Witterung ausführen.
- Direkte Sonneneinstrahlung vermeiden.
- Bei warmer Witterung Gerüste mit feuchten Stoffbahnen verhängen.
- Den Putz vornässen und den ersten Anstrich freskal ausführen.
- Trag- und saugfähiger, staubfreier, reiner Untergrund.
- Kalkfarbe vor der Verarbeitung durchsieben.
- Kalkfarbe während der Verarbeitung regelmäßig umrühren.
- Alle Anstriche mit der Streichbürste zügig und einmassierend ausführen.
- Bei großen Flächen Ansätze vermeiden.
- Bei großen Flächen mehrere Arbeitskräfte einsetzen, um möglichst nass in nass zu arbeiten.
- Dünn und in mehreren Lagen auftragen, am besten drei bis fünf Lagen.
- Besser mehrmals dünn als einmal zu dick auftragen.
- Streichrichtung kreisend oder als kreuzweiser Bürstenschlag.
- Abwechselnd in waagerechter und in senkrechter Richtung streichen.
- Standzeit zwischen den Anstrichen ein bis zwei Tage, um eine optimale Carbonatisierung zu erreichen.

Dächer

Die Dachlandschaft von Birthälm ist noch weitgehend in ihrem historischen Erscheinungsbild erhalten und so auch für Besucher von der Burg aus erlebbar.

Die Dachlandschaft prägt das Erscheinungsbild der Dörfer in besonderem Maße. Mit ihrer Größe, Anordnung und Ausrichtung offenbaren die Dächer die bauliche Struktur der Ortschaft und vermitteln mit ihren gleichmäßig geneigten und in gleicher Weise gedeckten großen Flächen ein Gefühl von vertrauter Ruhe und Integrität. Besonders hier wirkt die Unterordnung des Einzelnen unter das große Ganze zugunsten eines geschlossenen Gesamtgefüges, in der jedes Element Bestandteil des Ganzen ist. Oder anders herum: Wie störend und unangenehm und verletzend erscheint in diesem Gesamtensemble das einzelne blaue oder grüne Dach, die aufgebrochene oder durchlöcherte Dachform.

Historische Dachformen

Das typische siebenbürgischen Bauernhaus trägt ein Satteldach mit einem Krüppelwalm zum Straßengiebel, gedeckt mit Biberschwanzziegeln. Die Dachneigung variiert von Ort zu Ort, ist aber innerhalb von Nachbarschaften immer recht einheitlich. Die Dächer der sächsischen Häuser sind generell stärker geneigt als die der rumänischen und ungarischen Nachbarn. Die Neigung liegt um 52°, mitunter auch bis über 60°. Möglicherweise ist die Dachneigung von 52°, die man übrigens auch bei den Dächern norddeutscher Hallenhäuser und sogar bei den ägyptischen Pyramiden findet, auf die Dreiecksteilung von 3 : 4 : 5 zurückzuführen, die einen rechten Winkel bildet und daher für eine handwerkliche Fertigung besonders vorteilhaft ist.

Besondere Erwähnung verdient der typische Krüppelwalm. Er ist in der Regel nur ein Sparrenfeld tief und damit recht steil, aber mit flacheren Aufschieblingen bis über das Giebelgesimsprofil gezogen. Zur Baugeschichte des Giebelwalmes gibt es eine Reihe von Untersuchungen und Überlegungen. Die Rekonstruktionen der ersten Siedlungen zeigen strohgedeckte Dächer mit Vollwalmen bzw. Zeltdächer. Diese Dachform, wenn auch mit Ziegeln gedeckt, finden wir heute noch in den ungarischen Siedlungen. Später sehen wir dann Dächer mit einem zum First hin geöffneten Giebel, sodass vom Walm nur noch ein Streifen oberhalb der Traufe übrig bleibt, der als Vorläufer des heutе typischen Giebelgesimses gedeutet werden kann. Ob dies tatsächlich eine Entwicklungslinie ist, oder ob das Giebelgesims von heute eine spätere eigenständige Erfindung zum Schutz der Fenster ist, mag noch erforscht werden. Die Öffnung des Giebels zum besseren Beschicken des Dachraumes mit Erntegut ist auch wiederholt angeführt. Offene Giebel findet man heute noch recht häufig auf der Hofseite, dem rückwärtigen Giebel. Hier ist der Zugang allerdings vom Stallgebäude eingeschränkt. Über die Entstehung des Krüppelwalms schreibt Hermann Phleps 1935: „Ihm geht der Ganzwalm voraus, den man, um Raum, Licht und Gelegenheit zur Zufuhr zu erhalten, mit einer senkrechten Wand zerschnitt." Gerade einige der ältesten erhaltenen Steinhäuser (z. B. Altina/Alzen Nr. 092 von 1508) zeigen aber einen geschlossenen Spitzgiebel. Diese Dachform ist nicht auf einzelne Ortschaften beschränkt, sondern steht verstreut zwischen den Krüppelwalmen. Auch auf diesem weiten Feld der Dachkonstruktionen und ihrer Details wie der Giebelanschlüsse kann nur eine flächendeckende Bestandsaufnahme über Art und Zahl, Verteilung und Alter Aufschluss geben über die entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhänge.

Dachkonstruktionen

Abb. 77.1.
Satz des Pythagoras:
Ein rechtwinkliges Dreieck kann gebildet werden aus: $a^2 + b^2 = c^2$
Nach dieser Formel kann der Zimmermann sein Gebälk rechtwinklig konstruieren

a = 3 , b = 4, c = 5 Maßeinheiten

Dieses Dreieck ergibt einen Winkel von 53°

c
b
53°
90°
a

Die häufigste Konstruktionsform der Dächer von Wohnhäusern und Scheunen ist das Pfettendach mit Ankerbalken.
2. Dächer geringerer Spannweiten kommen ohne Dachstuhl aus,
3.-4. Am häufigsten sind Dachkonstruktionen mit einem einfachen, mittig stehenden Stuhl .

Dachkonstruktionen

In der Dachkonstruktion findet man in den Häusern Siebenbürgens, abgesehen von vereinzelten Ausnahmen und neueren Konstruktionen, eine erstaunliche Übereinstimmung. Die weitaus größte Gruppe der Dachkonstruktionen ist aus der ursprünglichen Dachform, dem Pfettendach hervorgegangen: Die Sparren aus Tannenholz, am Zopfende entrindet, aber rund belassen, am Fußende eben vierkantig behauen, ruhen in Klauen auf den parallel liegenden, kräftigen Mauerschwellen (= Fußpfetten = Mauerlatten) aus Eichenholz. Es gibt keine eigene Balkenlage der Dachkonstruktion. Die Schubkräfte nehmen drei bis vier Ankerbalken auf, die mit den Fußschwellen verblattet, verzapft oder verkämmt sind (Abb. 79.4–9; siehe hierzu auch Rähmkonstruktionen S. 152). Auf diesen Ankerbalken steht, den Dachraum in der Mitte längs teilend, ein einfacher Stuhl, auf dem die Hahnenbalken ruhen und der mit Kopfbändern das Dach in Längsrichtung aussteift (Fotos 77.3-4; Abb. 78.1). Firstständer und Firstpfette sind sehr selten. Daher kann man auch nicht von einem reinen Pfettendach sprechen, sondern es ist eigentlich eine Kombination aus Pfetten- und Sparrendach. In schmaleren Dächern mit

Pfettendach und Sparrendach

Abb. 78.1. ***Pfettendach*** [59]

1. Fußpfette
2. Ankerbalken
3. Stuhlsäule mit Kopf- und Fußbändern
4. Stuhlrähm

Abb. 78.2. ***Sparrendach***

5. Deckenbalken
6. Sparren
7. Kehlbalken

Abb. 78.3. ***Sparrendach mit Stichbalken***

8. Wechselbalken
9. Stichbalken
10. Gratsparren Walm

Spannweiten unter 6 m entfällt ein Dachstuhl (Foto 77.2), breitere Dächer hingegen haben einen zweifachen Stuhl.
Die Sparren sind bis zum profilierten Traufgesims mit Aufschieblingen verlängert. Die unterste Reihe der Dachziegel liegt direkt auf dem Traufgesims auf, und sie werden von unten direkt verputzt, sodass von außen kein Holz zu sehen ist.
Analog zu den Aufschieblingen werden auch Vordächer von Eingangsüberdachungen, Laubengängen und hofseitigen Anbauten als Schleppdächer auf die Sparren gelegt, allerdings in unterschiedlichen Höhen bis zum First. So entsteht häufig im Querschnitt wie auch in der Ansicht eine unsymmetrische Form.
Diese Dachform, basierend auf dem Grundprinzip des Pfettendaches, bei dem die Sparren auf Fußpfetten ruhen, macht eine vom Dach unabhängige Deckenkonstruktion möglich und auch erforderlich. Ist auch dies aus der Entwicklungsgeschichte des siebenbürgischen Bauernhauses erklärbar, in dem zunächst nur die vordere Stube eine (niedrige) Decke erhielt, der Rest des Hauses aber bis unter den First offen war? (→Decken S. 134)
Diese gleiche Dachform findet man aber nicht nur in den Wohnhäusern, sondern auch in Scheunen und Speichern, wo auf eine Deckenkonstruktion verzichtet werden kann, weil hier das Erntegut vom Boden aus bis in den Dachraum hinein gestapelt wird.
Auffällig ist in vielen Häusern auch die vergleichsweise spärliche Verwendung der Hölzer. Wenn auch bisweilen die Mauerschwellen kräftig und überdimensioniert erscheinen, so ist bei den anderen konstruktiven Bauelementen eher das Gegenteil der Fall. Insbesondere die Sparren aus Tannenstämmen erscheinen häufig mit 10 x 10–12 cm Querschnitt und weiten Abständen sehr dünn bemessen. Aber auch Teile des Dachstuhles zeigen mitunter starke Durchbiegungen, ebenso wie die Dachlatten von 18–25 mm Stärke. Dieser Umstand ist wohl eher der Verfügbarkeit der Materialien geschuldet als einer statischen Bemessung der tatsächlich erforderlichen Querschnitte.
Eine besondere Betrachtung des Pfettendaches verdient die Verbindung der Sparren auf der Fußpfette, der die Definition des Pfettendaches überhaupt zu verdanken ist. Hier sind zwei Formen üblich (→Fotos und Abb. 80.1-4):

- Die Sparren ruhen in kastenförmigen Sparrentaschen, die auf der Innenseite der Fußpfette eingestemmt sind. Bei dieser Anordnung ist ein mittig zur Achse angeordneter Kraftfluss gegeben, die Dachdeckung muss aber mit Aufschieblingen über die Fußpfette geführt werden.
- Die Sparren sind in besonders geformte Klauen in Anlehnung an eine Verkämmung mit Holznägeln außen an die Fußpfetten geschlagen. Diese außermittige Verbindung hat mitunter ein Verdrehen der Fußpfette zur Folge, kommt aber in vielen Fällen ohne Aufschieblinge aus.

Eine weitere Gruppe der Dächer kann dem einfachen Sparrendach zugeordnet werden (Abb. 78.2). Bei diesem Dach sind die Sparren paarweise mit quer zum Gebäude verlaufenden Dachbalken verzapft, die wiederum auf den in diesem Dach deutlich dünneren Mauerlatten ruhen. Diese Dachform, die einen höheren Holzbedarf im Verhältnis zum Dachraum erfordert, findet man über Gebäudeteilen mit geringeren Spannweiten, also hauptsächlich über Ställen, wo die Balkenlage der Dachkonstruktion gleichzeitig den Fußboden des Aufbodens trägt uns eine zusätzliche Deckenkonstruktion entfällt.. Diese Dachform erlaubt auch einen hofseitigen Dachüberstand als Wetterschutz der hofseitigen Fassade und ihrer Öffnungen. Sie kommt in der Regel ohne Dachstuhl aus.
Eine dritte Gruppe ist eine Weiterentwicklung des Sparrendaches für größere Spannweiten, bei der die Balkenlage deutlich reduziert ist und, wie in der ersten beschriebenen Gruppe, keine eigene Deckenebene bildet (Abb. 78.3). Die Aufnahme der Schubkräfte aus dem Dach ist auch hier auf wenige durchlaufende Balken beschränkt. Allerdings ruhen die Sparren auch hier wieder paarweise auf den quer laufenden Balken, die in den zwischen den durchlaufenden Balken, den Hauptgebinden, liegenden Bundebenen, den Leergebinden, nur als kurze Stichbalken ausgebildet sind, die wiederum in längs zum Gebäude laufende Wechselbalken verzapft sind. Diese Form der Dachbalkenlage erlaubt ebenfalls eine Auskragung des Daches über das Mauerwerk der Traufe hinaus.

Eine hofseitige Auskragung der Dächer ist in vielen Ortschaften verbreitet, al-

Fotos Seite 79.
Asymmetrische Fassadengliederung
1. infolge des einseitigen Dachüberstandes
2.+3. Asymmetrische Dachneigungen von Schleppdächern nach seitlichen Anbauten.

Abb. 79.4.–8. ***Verbindungsformen der Ankerbalken mit der Fußpfette***

4.+5. Schwalbenschwanzblatt,
4. einseitig und mit Holznagel fixiert

6.+7. Verkämmung

8.+9. Durchgestämmter Zapfen,
8. mit Holznagel,
9. als einseitiger Schwalbenschwanzzapfen

Abb. 80.
Verbindungsformen
Sparren - Fußpfette

1.+2. Verklauung außen mit Holznagel

3.+4. Sparrentasche innen

5.–6. Im Sparrendach sind die Sparren mit Zapfen in die Deckenbalken eingesetzt

7. Sparren und Kehl- oder Hahnenbalken sind oft aus entrindeten Rundhölzern bzw. grob behauenen Tannenstämmen gefertigt worden. Krummwuchs und Waldkanten gehören zum Erscheinungsbild.
8. Sparrendach mit Wechseln und Stichbalken in einer Scheune (→Abb. 78.3)

lerdings ohne dass dies eindeutige Rückschlüsse über die jeweilige Dachkonstruktion zulassen würde. Diese einseitige Auskragung führt zu einer eigenwilligen Dissonanz im Gesamtbild der Fassade: Beide Teile der Fassade, das Rechteck aus Sockel und Wohngeschoss bis zum Giebelgesims, sowie das darüber liegende Dreieck des Giebels folgen jeweils einer strengen Symmetrie der Mittelachse. Weil das Giebeldreieck jedoch einseitig breiter ist, folgt daraus eine Verschiebung der Symmetrieachsen um die Hälfte der Auskragung, ein deutlich sichtbares Maß. So trägt die Dachform auch zur Gestaltung der Fassade bei (Foto 79.1).

Wie eng die Dachform mit der Entwicklungsgeschichte des Hauses insgesamt verknüpft ist, zeigen die Häuser, deren Dächer auf der hofseitigen Traufe auf einer Stützenreihe ruhen, die einen Laubengang bilden (Holzmengen, Trappold). Anders als von Roth für das Ursprungshaus nachgewiesen, ist bei diesem Haustyp der Laubengang nicht eine spätere Zutat, sondern zusammen mit dem Haus entwickelt worden, eine Konstruktionsform, die für die rumänische Architektur charakteristisch ist.

Genutzt wurde der Dachraum traditionell zum Bergen des wertvolleren Erntegutes wie etwa des gedroschenen Getreides und zum Trocknen von Früchten. Speckseiten hingen sowohl im Rauchfang wie im Dachstuhl. Auch zum Abstellen nicht mehr gebrauchter Geräte und zum Aufbewahren persönlicher Dinge bot das Dach hinreichend Raum. Ein alter Dachraum sollte daher heute auch mit Vorsicht geräumt werden, denn er mag wertvolle Schätze und Zeugnisse vergangener Epochen bergen.

Generell sind traditionelle Dächer nicht besonders gefährdet gegen eindringende Feuchtigkeit wie Flugschnee oder den feinen Sprühnebel, der bei Regen durch die Fugen der Schuppendeckung in den Dachraum dringt. Eine gute Belüftung und ein großer freier Raum erlauben eine zügige Verdunstung der Feuchtigkeit. Im Sommer fängt der Dachraum die große Hitze auf, die an heißen Sommertagen durch die Dachhaut absorbiert und nach innen abgestrahlt wird. Der Dachraum wirkt so auch als Klimapuffer zwischen den Extremen der Bewetterung und dem möglichst gleichmäßigen Raumklima im Haus.

Typische Schäden an Dächern

Die typischen Schäden an Dächern sind meistens Folgen einer undichten Dachdeckung, durch die punktuell viel Wasser eindringen kann. Gebrochene verrutschte oder gar ganz abgerutschte Dachziegel lassen große Löcher in der Dachhaut zurück. Aber auch feinere Risse, Abplatzungen und eine allmähliche Verwitterung führen zu einer fortschreitenden Undichtigkeit der Dachhaut. Die Folgeschäden müssen aber nicht unbedingt in unmittelbarer Nähe der Leckage auftreten, sondern können auch weiter entfernt unterhalb auftreten, z. B. an Sparren herunterlaufen bis zum Sparrenfuß oder in Kehlbalken, Stuhlbalken und andere Konstruktionselemente eindringen. Je verbauter der Dachraum, je geschlossener, unzugänglicher, uneinsehbarer die Situation, und je steter der Tropfen, desto größer der Schaden. Schäden an der Konstruktion, der Decke oder den Wänden durch ein undichtes Dach können also grundsätzlich überall auftreten, in der Regel sind sie unterhalb der Bereiche zu finden, wo am meisten Niederschlagswasser anfällt, und an den Rändern und Durchdringungen der Dachhaut:

- An den Dachschwellen und Sparrenfüßen längs der Traufen.
- Am Putz und dem Gesimsmauerwerk an allen Dachrändern, also an den Traufen, den Ortgängen und den Walmen.
- An Kehlen zwischen zwei aneinander stoßenden Dachflächen (z. B. Hauptdach und Stalldach). Hier sind dann hauptsächlich die Kehlsparren und -bohlen betroffen, insbesondere deren Fußpunkte. Eine sehr häufige Schadensursache ist die falsche Ausbildung von Kehlblechen, eine mangelhafte Materialqualität der Bleche und deren Einbau ohne Pappunterlagen auf Holz, was zu Tauwasserbildung und in der Folge zur Holzzerstörung führt.
- Um Schornsteine herum.
- An den Seitenwänden von Dachaufbauten.
- In Bereichen, wo eine höher gelegene Dachfläche über tiefer gelegene Dachflächen entwässert wird, z. B. an Dachgauben. In diesem Falle kommen dann häufig mehrere der hier genannten Gefährdungspotentiale zusammen.
- An den Graten von First und Walmen.

Eine zweite Gruppe von Schäden wird durch holzzerstörende Insekten gebildet. Ein solcher Schaden ist meistens an den Ausfluglöchern der Insekten erkennbar, und kann überall an der Holzkonstruktion auftreten. Abhängig von der Holzart und dem Befall kann der Schaden sehr unterschiedlich sein. Generell wird Nadelholz stärker befallen als Eichenholz. Wichtig zu wissen ist, ob der Befall akut ist oder ruht. Akuten Befall kann man mitunter an Fraßgeräuschen hören oder durch frisch austretendes Fraßmehl (z. B. auf einem Blatt Papier unterhalb der verdächtigen Stelle) nachweisen.

Aber es können auch konstruktive Schwächen oder Defekte Ursache für Schäden am Dach sein.

- Lösen der Verbindung von Ankerbalken und Fußschwelle infolge der Schubkräfte aus dem Dach. Hier zeigt sich die Schwäche bestimmter Verbindungen gegenüber Zugkräften. Sehr häufig tritt dieser Fall ein, wenn der Ankerbalken nur in die Mauerschwelle eingeblattet und mit einem Holznagel befestigt ist. Dann können die Zugkräfte nur von der einschnittigen Verbindung (→Reparaturverbindungen S. 177ff) des Holznagels aufgenommen werden, was in der Regel zu einem Versagen des Holznagels führt. Verkämmungen oder gezinkte Verblattungen können sich durch Krummwuchs und Verwerfen der Hölzer aus ihren Verbindungen lösen, sodass die Verbindung ihre Funktion verliert.
- Zu dünn bemessene Bauglieder (Balken, Stuhlrähme, auch Dachlatten) können sich so stark durchbiegen, dass dies zu übermäßigen Verformungen und Bewegungen in der Dachhaut führt, die folglich undicht wird mit den oben angeführten Folgeschäden.
- Starke Verformungen bis hin zum Bruch können aber auch durch schlechte Holzauswahl beim Bau des Dachstuhles nachträglich auftreten (z. B. eine starke Faserneigung des Holzes, Äste oder abschnittweise ein sehr hoher Anteil Waldkante).

Bei den beiden zuletzt genannten Schäden ist es fraglich, ob es überhaupt sinnvoll ist diese zu reparieren. Verformungen, selbst sehr starke, bedeuten ja zunächst noch keinen Schaden, der repariert werden müsste. Sie formen ja oft erst den individuellen Charakter des speziellen Gefüges. Erst wenn die Standsicherheit des Dachstuhles gefährdet ist, oder aus der Verformung weitere Defekte folgen, die dann zu Schäden führen können, ist ein Eingriff erforderlich.

1. In solch löchrigen Dächern sind substantielle Schäden vorprogrammiert.

2.+3. Besonders gefährdet sind die Traufen und Bereiche um Dachaufbauten und Schornsteine.
4. Völlig zerstörte Traufzone infolge falscher Dacheindichtung.

Schäden an der Dachkonstruktion können also verschiedene Ursachen und ein weit gefächertes Gefahrenpotential haben. Die Schadensart und Schadenstiefe müssen im individuellen Einzelfall analysiert und bewertet werden, um die notwendigen Reparaturen bestimmen zu können. Sie werden folglich einen sehr unterschiedlichen Umfang haben, gemäß dem Grundsatz, soviel Originalität wie möglich zu bewahren und nur soviel Eingriff zuzulassen wie zur Standsicherheit und Dauerhaftigkeit notwendig ist. Die Analyse von Schäden am Holzgerüst sowie deren Reparaturmöglichkeiten sind in dem Abschnitt über historische Holzkonstruktionen beschrieben.

Geringere und örtlich begrenzte Schäden können meistens unter der Dachlast, also bei gedecktem Dach repariert werden. In diesen Fällen muss nur der Bereich um die Schadenstellen herum abgedeckt werden. Bei umfangreichen Arbeiten am gesamten Dachstuhl, oder wenn etwa die Mehrzahl der Sparren ersetzt werden müssen, muss das gesamte Dach abgedeckt werden. In diesem Falle ist zu beachten, dass grundsätzlich nicht nur eine Dachseite abgedeckt werden soll, sondern immer parallel beide Seiten, weil sonst eine ungleichmäßige Belastung des Dachstuhles zu weiteren Verschiebungen oder gar dem Versagen der Konstruktion führen kann.

Fotos Seite 82.
Schäden am Dachstuhl entstehen meist punktuell infolge von dauerhaften Leckagen:
1. *Rähm mit Pilzbefall,*
2. *Zerstörter Verbindungsknoten,*
3. *Verfaulter Kehlbalken.*

Abb. 82.4. Knotenpunkte und besonders Fußpunkte Sparren – Deckenbalken sind mitunter so stark verrottet, dass sie ausgewechselt werden müssen.

Reparaturverbindung Traufbereich: Anschuhung von Balken und Sparren mit stehenden Blattverbindungen.

Vorbeugen von Schäden am Dach

Oberstes Gebot zum Erhalt ist eine kontinuierliche Kontrolle und bei Bedarf die Ausbesserung der Dachhaut, die durch Wind, Hagel, Schnee und Eis besonderen Belastungen und Bewegungen ausgesetzt ist. Kontinuierliche Kontrolle heißt, zweimal im Jahr, jeweils vor und nach dem Winter, die Dachhaut auf Schwachstellen zu prüfen. Empfehlenswert ist eine Inspektion bei Regen, weil dann mögliche Leckagen am besten erkannt werden können, und ggf. der Wasserfluss verfolgt werden kann. Darüber hinaus ist eine Inspektion nach heftigen Wetterereignissen wie Sturm und Hagel zu empfehlen.

Dächer in der Nähe von Bäumen sind besonders gefährdet. Herabfallende Äste können die Dachhaut leicht verletzen. Blätter, Blüten und Staub verstopfen die Regenrinne. Dächer unter Baumkronen können kaum abtrocknen. Moos bildet sich auf der Dachfläche und hält Feuchtigkeit in der Dachhaut und in den Konstruktionshölzern darunter, die dann sehr viel eher von Pilzbefall und Verrottung bedroht sind. Solche Dächer bedürfen der ständigen Beobachtung und ggf. einer schnellen Reaktion. Dies betrifft natürlich auch Regenrinnen und Regenrohre.

Vor allem sollte man den Dachraum sauber und an allen Stellen gut zugänglich halten, insbesondere die Traufbereiche. Dieses nicht nur, um mögliche Leckagen oder Schäden am Holzgerüst besser erkennen zu können, sondern auch um den Befall mit Ungeziefer zu vermeiden.

Die Wartung des Daches liegt grundsätzlich im Verantwortungsbereich des Eigentümers. Dies gilt auch für Schäden, die vom Dach rutschende Ziegel, Schnee und Eis an unbeteiligten Personen und fremden Sachen verursachen.

5. Schäden am Dach infolge zu dichten Baumbestandes.

83.1. „Übersteigen" der Dachfläche. Die Ziegel werden direkt umgelegt.

Reparaturen an der Dachhaut können in drei Stufen des Eingriffs eingeteilt werden:

1. Nachstecken einzelner Ziegel

Schäden an der Dachhaut müssen sofort behoben werden. Das Nachstecken gebrochener oder verrutschter Ziegel gehört daher zu den bereits erwähnten Wartungsarbeiten am Haus zur Vorbeugung von schwerwiegenden Schäden. Es müssen dabei die der Leckage benachbarten Ziegel etwas gelöst und angehoben, sodann ggf. die Reste des zerbrochenen Ziegels entfernt und ein neuer Ziegel gleicher Abmessungen, Form und Bauart eingesetzt werden. Ersatzziegel gleicher Abmessungen sind deswegen wichtig, um möglichst gleichmäßig schmale seitliche Fugen und eine einheitliche Längendeckung zu erhalten.

2. „Übersteigen" der Dachfläche

Das Übersteigen der Dachfläche bedeutet die Aufnahme und Umlegung aller Ziegel in einem Arbeitsgang. Es wird lediglich eine kleine Fläche der Dachdeckung abgenommen und unter Dach gelagert. Sodann werden die Ziegel einzeln aufgenommen, abgeklopft und auf Festigkeit geprüft (Sicht- und Klangprobe) und sogleich wieder auf der anderen Seite der Arbeitsfläche verlegt. Diese Arbeitsweise erlaubt eine zügige Neudeckung der Dachfläche mit den vorhandenen alten Ziegeln, von denen nur die defekten, brüchigen aussortiert und ersetzt werden. Lattenabstand und Deckungsart bleiben erhalten. Diese Methode erlaubt jedoch nur ein punktuelles Austauschen der Lattung, ist also für die Dächer die geeignete Methode, deren Lattung im Ganzen noch tragfähig und gut ist.

3. Abnahme der alten Dachdeckung und Neudeckung

Wenn für umfangreiche Reparatur- oder Umbaumaßnahmen das gesamte Dach abgedeckt werden muss, sollte dies auf beiden Dachseiten in gleichem Umfang gemacht werden, um eine ungleichmäßige Belastung der Konstruktion zu vermeiden. Eine stark ungleichmäßige, einseitige Belastung kann zu ungeplanten Schubkräften und damit zum Versagen der Dachkonstruktion führen.

Alte Dachziegel sollen vorsichtig abgenommen und zur Wiederverwendung an sicherem Ort auf der Baustelle gestapelt werden. Lose anhaftender Staub, Moose und Flechten werden mit einer weichen Bürste abgefegt oder mit dem Spachtel abgehoben. Die Oberfläche der Dachziegel soll unverletzt bleiben und nicht mit scharfem Werkzeug oder gar Lösungsmitteln aufgeraut werden. Sie werden vorzugsweise paarweise gegeneinander, die Aufhängenase gegenseitig schützend, hochkant in Reihen auf Paletten oder Holzbohlen gestellt.

2. Schonender Abbau des alten Daches mit einer Ziegelrutsche.

3. Dachdeckung erfordert viele Hände.

4.+5. Dachdeckeröffnung in der Lattung durch geblattete Dachlatten. Der Lattenstoß wird mit einem vorgebohrten Nagel gesichert.

Alte oder neue Dachziegel?

1. *Handgefertigter Turm- und Rundschnittziegel, industrieller Segmentziegel, alle von guter Qualität und denkmalgerechter Oberflächenstruktur.*

2. *Qualitätskontrolle ist bei allen Herstellungsformen unerlässlich. Das Foto zeigt neue industriell hergestellt Ziegel mit Frostschäden nach einem Winter.*

3. *Historische Handstrichziegel mit Datierung von 1858 und 1866, die bis heute ein dichtes Dach gebildet haben.*
4. *Historischer „Feierabendziegel" mit Blumenmotiv.*

Die Frage, ob man für die Neudeckung alte oder neue Dachziegel verwenden sollte, wird immer wieder kontrovers diskutiert. Fest steht, dass viele alte Dachziegel seit vielen Jahrzehnten oder gar weit über 100 Jahre unversehrt auf dem Dach liegen und weiterhin eine dichte Dachhaut bilden. Das ist weit mehr als die 50 Jahre, die von Herstellern moderner Industrieziegel als Lebensdauer für ihre Ziegel angegeben wird. Gleichwohl kann man die bittere Erfahrung machen, dass sowohl neue Industrieziegel wie neue handgefertigte Ziegel nicht einen Winter überstehen.

Eines der wichtigsten Kriterien für die Langlebigkeit von Dachziegeln ist ihre Resistenz gegen Frostwechsel. Die Volumenausdehnung bei der Kristallisation von Wasser zu Eis in den Poren der Materialoberfläche führt zur Zermürbung der Oberfläche und zum Abplatzen von Materialpartikeln. Einige Ziegel überleben nicht einen Frostwechsel. Ist aber ihre Widerstandsfähigkeit einmal erwiesen, halten die Ziegel meistens viele Jahrzehnte, bis auch sie zermürbt sind.

Die Entwicklung von Flechten auf der Dachfläche darf nicht als Nachteil gewertet werden. Abgesehen von den farblichen Veränderungen der Dachoberfläche, die ja aber gerade das architektonische Erscheinungsbild der gesamten Dachlandschaft so reizvoll prägen, weil sie Langlebigkeit, Beständigkeit und gesundes, natürliches Alter repräsentieren, bietet Flechtenwuchs auch einen natürlichen Schutz. An Sandsteinwänden ist nachgewiesen, dass Flechten mit ihren biogenen Hydrophobien (hydrophob = wasserabweisend) quasi einen natürlichen Regenschirm bilden, der die Wasseraufnahme des Untergrundes erheblich reduziert. Für Dachflächen ist dieser Zusammenhang nicht explizit erforscht, es ist hier mit der nahezu senkrechten Sonnenstrahlung und Schlagregenbelastung ein höheres Belastungspotential vorhanden. Aber die Eigenschaften der Flechten bleiben die gleichen. Der Wassergehalt des Ziegels und damit der Kristallisationsdruck bei Frost wird mit dem Flechtenbewuchs deutlich reduziert.

Für die Wiederverwendung von alten Ziegeln sollen fest anhaftende Flechtenkrusten auf dem Ziegel verbleiben, wie die tief in der Oberfläche verankerten Pilzmyzelien und Flechtenhyphen (→Foto Seite 86). Sie werden sich in jedem Fall wieder bilden, ihre Entfernung würde lediglich die Sinterschicht der Ziegeloberfläche völlig zerstören.

Bei der Neuverlegung in Kronendeckung sollen die Ziegel mit Flechtenbildung, die auch zuvor die Oberlage gebildet haben (Oberdecker), wieder oben verlegt werden.

Es ist also nicht nur ökonomisch, sondern auch aus bautechnischem und architektonischem Blickwinkel vorteilhaft, alte Dachziegel nach Prüfung und Reinigung wieder zu verwenden.

Gleichwohl müssen Dachziegel auch durch neue ersetzt werden. Die Frage, ob Dachflächen insgesamt oder nur in bestimmten Anteilen mit neuen Ziegeln gedeckt werden sollen, wird ebenfalls kontrovers diskutiert. Eine gleichmäßige Durchmischung neuer und alter Ziegel, die der gesamten Dachfläche ein einheitliches Bild verleiht, ist nur möglich, wenn die Ziegel genau gleiche Abmessungen in Breite, Länge, Zuschnitt, Dicke und insbesondere auch der Lage und Länge der Aufhängenasen haben. Dies ist aber nur selten der Fall. Eine Anordnung in getrennte Flächenbereiche von alt und neu ergibt ein ungleichmäßigeres Erscheinungsbild der Gesamtfläche, innerhalb der Einzelflächen ist aber eine gleichmäßige Verlegung gewährleistet.

Neue Dachziegel

Wo sollen nun aber neue Ziegel beschafft werden? Die alten Ziegel sind damals von Hand gefertigt und in siedlungsnahen Feldbrandöfen gebrannt worden. Diese flächendeckende Versorgung mit guten handgemachten Ziegeln ist leider nahezu völlig verschwunden. Die Produktion von Ziegeln haben heute wenige große Fabriken übernommen, die strang- und formgepresste Ziegel in vielerlei Formen und Farben auf den Markt bringen. Diese künstlich erzeugte Vielfalt ist verwirrend und fördert ein Architekturverständnis, das auf schnelllebigen Moden und geschmäcklerischem Kitsch gründet, mit fatalen Folgen für das Erscheinungsbild mancher Ortschaft, wenn einzelne Hausbesitzer diesen Verführungen erlegen sind, obwohl dies den Gestaltungsrichtlinien vollkommen widerspricht.

Es ist klar, dass für die Neudeckung alter Häuser nur naturbelassene gebrannte Tonziegel gleicher Abmessungen und Form wie die historischen Ziegel verwendet werden dürfen. Die Qualität und Langlebigkeit von Ziegeln ist bestimmt von sehr komplexen Zusammenhängen ihrer Herstellung:

- Die Tonart, ihre chemische Zusammensetzung und Mischung mit Sanden und Zuschlägen wie Kalk und Feldspat,
- Der Aufbereitung des Materials und die Technologie der Formgebung und Trocknung,
- Der Brand mit seinen verschiedenen Phasen und unterschiedlichen Brennstoffen

Dies betrifft sowohl die industrielle Fertigung in Großanlagen wie auch die handwerkliche Produktion in örtlichen Kleinbetrieben. Ein gutes Rohstoffvorkommen, Know How und Erfahrung sind Voraussetzung für ein gutes Ergebnis aller Herstellungsverfahren. Ziegel industrieller Herstellung haben zwar eine gleich bleibende Qualität, ergeben aber auch das typisch langweilige Erscheinungsbild eines Industrieproduktes, das einfach nicht in die traditionelle handwerkliche Architektur der Bauernhäuser Siebenbürgens zu passen in der Lage ist. Vielleicht gerade weil die Dächer mit ihren großen Flächen sich zu dieser prägnanten Landschaft fügen, manifestiert sich an dem Einzelelement des Dachziegels ganz besonders der Konflikt zwischen den Welten: Traditionelles Handwerk contra Industrieproduktion.

Neue handgemachte Ziegel hingegen sind selten geworden und zudem bisweilen von einer sehr ungleichmäßigen Qualität. Holzbrand ergibt ein ungleichmäßigeres, vom Verfahren her aber besseres Ergebnis. Die besten Ziegel werden z. Z. von einer Manufaktur in Batani im Kreis Kronstadt gefertigt. Diese Ziegel sind am besten geeignet für die Neudeckung und Reparatur alter Häuser. Der Mihai Eminescu Trust hat in den vergangenen Jahren damit begonnen, die alte Technologie der Feldbrand-Ziegelherstellung neu zu beleben, um diese Versorgungslücke zu schließen. Es müssen aber noch mehr Erfahrungen gesammelt werden, bevor eine Produktion mit gleichmäßig hochwertigen Ziegeln gewährleistet werden kann. Es gibt auch noch einige kleine Manufakturen, die auf traditionelle Weise Ziegel von Hand herstellen und in einem eigenen Meiler mit Holz brennen.

Wie beim Telemea ist es letztlich eine Entscheidung des Verbrauchers, ob er Produkte internationaler Konzerne oder regionale handwerkliche Erzeugnisse nachfragt und sich mit dem Kauf entscheidet, ob er internationales Großkapital oder die regionale Kleinwirtschaft fördert.

Zurück zum Dachziegel: Neue Dachziegel sollen gleichmäßig dick und maßhaltig sein und eine unprofilierte ebene Oberfläche haben. Unzulässig sind sehr glatte, glasierte oder oberflächenbehandelte Dachziegel. Die Form der Überdeckung, der sog. Schnitt der Ziegel sollte sich an dem historischen Vorbild orientieren. Traditionell ist der Rundschnitt die häufigste Form, in der Region um Brasov/ Kronstadt ist aber auch der Turmschnitt verbreitet. An Sonderbauten wie etwa Kirchenburgen finden wir auch besondere Schnittformen wie Wappen- oder Kehlschnitte. Die neuen industriell gefertigten Ziegel werden meistens mit Segmentschnitt hergestellt.

Besondere Anschluß-, Ortgang- oder sonstige Formziegel dürfen für die Reparatur alter Bauernhäuser nicht verwendet werden, weil diese Formziegel industrieller Bauart prägnante architektonische Details wie die Dachanschlüsse in unzulässiger Weise verändern und keine technischen Vorteile bieten, die ihren Einsatz rechtfertigen würden.

Gewährleistung für Ziegelmaterial

Problematisch bleibt die Gewährleistung für ein neu verlegtes Dach. Hier muss man unterscheiden zwischen einer Garantie für die Qualität des Materials und der Gewährleistung für die fachgerechte Verlegung. Manche Ziegelhersteller übernehmen langjährige Garantien, jedoch: Ist es realistisch, nach 5 oder 10 Jahren einen Ersatz für zerstörte Dachziegel einzufordern und diese dann ersetzt zu bekommen? In der Regel tritt ein Materialmangel und damit ein Garantieanspruch nach ein bis zwei Wintern zutage, und dies ist ein Zeitraum, für den mit jedem Hersteller oder Lieferanten eine Garantievereinbarung getroffen werden kann.

Eine Gewährleistungspflicht von zwei Jahren obliegt auch dem Handwerker bzw. Handwerksbetrieb, der die Dachfläche verlegt hat. Jedoch sind langfristige Schäden an der Dachdeckung in der Regel nicht auf Fehler bei der Verlegung zurückzuführen. Handwerkliche Mängel der Dachdeckung sind meistens bereits bei der Bauabnahme erkennbar und dann sogleich zu beheben.

Oberflächenstrukturen der Rückseiten eines industriell- (oben) und eines handgefertigten (unten) Ziegels. Oben sind die Strangspuren der Maschinenfertigung deutlich sichtbar. Die Oberflächen sollen stumpf und unglasiert sein.

Schließlich sei zur Garantie für ein langlebiges Dach noch einmal auf die regelmäßige Kontrolle mit Ausbesserungen verwiesen. Ob mit oder ohne Garantie können einzelne Dachziegel brechen oder aus dem Verband rutschen, und müssen dann sofort ersetzt werden. Beim Kauf neuer Ziegel sollte man immer ein gutes Kontingent Ziegel von 5–10 % einplanen, die im Dachraum aufbewahrt und für Reparaturen verwendet werden.

Richtlinien zur Eindeckung von Dächern mit Biberschwanzziegeln[60]

Turmbiber in Doppeldeckung – Die Patina und das lebendige Farbenspiel sind erwünschte Erscheinungen des Alterungsprozesses

Lattung
Für eine Neudeckung werden in der Regel die Traglatten (Dachlatten) vollständig erneuert. Neue Traglatten sollen mindestens 30x50 mm im Querschnitt messen und einen druckimprägnierten Holzschutz erhalten haben. Bei Sparrenabständen über 80 cm müssen die Latten mit 40x60 mm stärker bemessen werden. Der Abstand der Latten richtet sich nach der Art der Deckung und nach den Abmessungen der Ziegel. Üblicherweise ergibt sich für die Doppeldeckung ein Lattenabstand von etwa 13–14 cm und für die Kronen und die Einfachdeckung der doppelte Abstand. Diese Abstände müssen über die Sparrenlänge vermittelt werden. Damit muss die Verlegungsart bereits vor dem Aufbringen der Traglatten festliegen. Zuerst werden die Latten an Traufe und First verlegt. An der Traufe soll die unterste Reihe Ziegel etwa 7±2 cm über den Putz des Traufgesimses hervorstehen. Damit liegt die unterste Latte fest. Am First soll die letzte Latte, auf der die Ziegel ja in Kronendeckung verlegt werden zwei Nasenlängen +1 cm vor der Firstlatte befestigt werden. Die Abstände dazwischen müssen über die gesamte Dachfläche vermittelt werden, insbesondere, wenn First und Traufe nicht parallel verlaufen. Dann kann es über die Länge des Daches zu unterschiedlichen Lattenabständen kommen.

Deckungsarten mit Biberschwanzziegeln
Drei Deckungsarten werden üblicherweise verwendet:

1. Die Doppeldeckung
Die Doppeldeckung ist die gängige Deckungsart in den Ortschaften Siebenbürgens, nicht nur in den sächsischen, sondern auch in den rumänischen und ungarischen Siedlungsteilen.
Bei der Doppeldeckung liegt auf jeder Traglatte eine Ziegelreihe. Die Abstände der Latten werden so gewählt, dass die dritte Reihe die erste um etwa 6–8 cm überdeckt (bei Dächern zwischen 45°–60° Dachneigung). Flacher geneigte Dächer brauchen eine größere Überdeckung bis 10 cm). Die Längsfugen der zweiten Reihe werden damit vollständig überdeckt. Die Ziegel werden mit geringem seitlichen Abstand verlegt, um Schäden durch Bewegungen zu vermeiden. Regelmäßig werden die Ziegel im Halbverband verlegt, an An- und Abschlüssen darf der Viertelverband nicht unterschritten werden. An First und Traufe werden die Reihen im Kronenverband verlegt, um die Überdeckung der Längsfugen zu gewährleisten. Ein entsprechender Lattenabstand muss dann eingeplant werden.

2. Die Kronendeckung
Bei der Kronendeckung liegen auf jeder Traglatte zwei Ziegelreihen, eine Lager- und eine Deckschicht, die untereinander einen regelmäßigen Halbverband bilden. Die Höhenüberdeckung ergibt sich aus dem Abstand zweier Lagerschichten und beträgt wie bei der Doppeldeckung 6–8 cm. Auch diese Deckung wird mit einem geringen seitlichen Abstand verlegt, und es darf der Viertelverband nicht unterschritten werden.

Abb. 87.1. Ziegelformen: Rundschnitt, Segmentschnitt, Turmbiber, Kehlschnitt

Abb. 87.2. ***Doppeldeckung***

Abb. 87.3. ***Kronendeckung***

Abb. 87.4. ***Einfachdeckung***

Fotos Seite 87. Deckungsarten

5. *Doppeldeckung (mit neuen handgemachten Ziegeln)*
6. *Doppeldeckung mit Kehlschnitt-Ziegeln als Sonderform*
7. *Kronendeckung*
8. *Einfachdeckung ohne Spließe*

1. *Sauber besäumte Vermörtelung der Gratziegel*

2. *Unansehnliche unbesäumte Vermörtelung*

3. *Trockenfirst ohne Vermörtelung*
4. *Gratlatte zur Befestigung der Gratziegel*

3. Einfachdeckung und Spließdeckung
Die Einfachdeckung war vermutlich früher weit verbreitet, heute findet man sie kaum noch. Sie kommt nur bei Scheunen und untergeordneten, gut belüfteten Konstruktionen wie Schuppen, Unterständen, Speichern zum Einsatz, und erlaubt bei richtiger Anwendung eine deutliche Reduzierung des Materialbedarfs auf etwa 60% des Bedarfs bei Doppel- oder Kronendeckung. In der gängigen Praxis wird heute bei diesen Gebäuden oft ein Lattenabstand von etwa 17–19 cm gewählt, sodass die dritte Ziegelreihe gerade noch die erste, und damit die Längsfugen der zweiten Reihe überdeckt. Streng genommen ist dies lediglich eine Reduzierung der Doppeldeckung (die damit das erforderliche Maß der Überdeckung unzulässig unterschreitet). Die klassische Einfach- bzw. Spließdeckung bedarf aber nur der geforderten Überdeckung von 6–8 cm von Reihe zu Reihe und damit einen Lattenabstand von etwa 28 cm. Die damit zunächst offen liegenden Längsfugen werden mit einem etwa 5 cm breiten Spließ aus gespaltenem Holz, oder auch aus abgekanteten Zinkblechstreifen unterlegt. Die Ziegel können dann in Reihe, Halb- oder Drittelverband verlegt werden.

Windsogsicherung
Überschreitet der Windsog das Eigengewicht der Dachdeckung, muss sie zusätzlich gegen ein Abheben von Dachziegeln befestigt werden. Für die Befestigung werden vorzugsweise bestimmte Klammern aus korrosionsbeständigem Stahldraht eingesetzt. Alternativ lassen sich solche Klammern auch aus korrosionsbeständigem Draht herstellen.
Die Größe der Windbelastung und damit die Anzahl der Befestigungen ist abhängig von der

- Lage des Gebäudes zur Windrichtung
- Dachform
- Dachneigung
- Dachbereiche Ecke – Rand – Fläche

Bei hoher Windbelastung müssen die Ränder (ein Streifen von etwa 1 m Breite an Traufen, Ortgang, First) mit 3–4 Klammern pro m², die Ecken mit 4–6 Klammern pro m² gesichert werden. Das bedeutet, in diesen Bereichen muss jeder 3. bzw. jeder 2. Dachziegel befestigt werden. Je steiler die Dachneigung, desto mehr Ziegel müssen befestigt werden.
Die Befestigungen sollen in den Reihen versetzt angeordnet werden. In Dächern über 65° Neigung müssen alle Dachziegel gegen Windsog gesichert werden. Grat- und Firstziegel sollen ebenfalls befestigt werden. Die Vermörtelung allein kann nicht als Windsogsicherung gelten.
Eine Windsogsicherung kann bei Bedarf (wenn ein Schadensfall durch Windsog entstanden ist oder sich andeutet) auch nachträglich eingebaut oder beim Übersteigen einer Dachfläche vorgesehen werden.

Firste und Grate
Die Firste und Grate werden mit konisch geschnittenen Gratziegeln (Coame) mit einer Überdeckung von 4–5 cm auf Gratlatten verlegt. Nach den Richtlinien müssen sie gegen Windsog durch Schrauben, Nägel oder Klammern gesichert werden, auch wenn dies in der Praxis bei gemörtelten Firsten häufig nicht geschieht. Jedoch sei noch einmal darauf hingewiesen, dass eine Vermörtelung keine zulässige Sicherung gegen Windsog darstellt. An Firsten sollte man auf die Hauptwindrichtung achten und die Firstziegel entgegen der Windrichtung verlegen. Grate müssen von unten nach oben verlegt werden. Die Dachflächen müssen mit zugeschnittenen Dachziegeln (Ausspitzern) mit möglichst schmaler Fuge an die Gratlatte heran gedeckt und gegen ein Abrutschen gesichert werden.
First- und Gratziegel können trocken oder mit Mörtel verlegt werden.
Eine trockene Verlegung ohne zusätzliche Maßnahmen kann bei der Einfachdeckung bei Scheunen oder untergeordneten Gebäuden vorgenommen werden. Im Fachhandel erhältlich sind heute auch sog. Trockenfirste, die eine mörtelfreie schlagregendichte Verlegung der Firstziegel möglich macht. Dies ist ein Gewebeband mit fexiblen, in der Farbe der Dachfläche eingefärbten Dichtungsstreifen auf beiden Seiten, das über die Gratlatte gelegt wird und seitlich auf den Dachflächen aufliegt. Die Firstziegel werden dann auf die seitlichen Dichtungen aufgesetzt und an der Gratlatte befestigt. Obwohl sich der Dichtungsstreifen farblich der Dachfläche angleicht, sollte bei dieser Verlegung darauf geachtet werden, dass der Dichtstreifen nicht über die Gratziegel hinausreicht. Ein solcher Trockenfirst kann auch für Doppeldeckung

auf Wohnhäusern eingesetzt werden.
Verbreitet und üblich ist die Verlegung von First und Graten im Mörtelbett. Für diese Verlegung müssen die Firstziegel zuerst gewässert werden. Als Mörtel kommt Kalkmörtel zum Einsatz. Es können hydraulische Zusätze wie Trasskalk und Ziegelmehl, das dem Mörtel auch eine der Dachfläche angeglichene Farbe verleiht, hinzugegeben werden. Zementmörtel soll nicht verwendet werden. Der beim Versetzten der Firstziegel austretende Mörtel wird mit der Kelle abgeschnitten und schräg nach innen glatt gestrichen. Volles Ausmörteln ist unzulässig. Am schmalen Ende des Firstziegels wird ebenfalls eine Mörtelleiste als Querschlag aufgetragen, in die der nachfolgende Ziegel eingedrückt wird. Austretender Mörtel wird nach dem Aufsetzen abgestrichen. Offene Firstenden können mit Mörtel geschlossen werden.
Eine viel beobachtete Unsitte und Zeugnis mangelnder Handwerkskunst ist die übertriebene Verwendung von Mörtel und ein Herumkleckern mit Mörtelresten auf der ganzen Dachfläche. Wenn auch die Arbeitsbedingungen an Firsten und Graten manchmal sehr schwierig sind und ein sauberes Arbeiten schwer möglich ist, so müssen doch nach der Vermörtelung die Rückstände vollständig entfernt und die Dachflächen gut gereinigt werden. Da Mörtel aber auf dem gebrannten Tonmaterial Spuren hinterlässt ist es ratsam, für die Arbeit mit Mörtel eine Schutzfolie über die frisch verlegte Dachfläche zu legen.

Kehlen
Kehlen entstehen immer dort, wo zwei Dachflächen in unterschiedlicher Richtung aufeinandertreffen. Die wasserführende Verschneidungslinie der beiden Dachflächen wird als Kehle bezeichnet. Bei Hauptdächern wird diese Linie Hauptkehle, bei Spitz- und Sattelgauben wird sie Sattelkehle genannt.
Kehlen werden stets in gleicher Breite von der Traufe bis zum First geführt. Sie werden von der Dachdeckung entweder überdeckt oder in diese eingebunden. Am häufigsten findet man die überdeckte Metallkehle, aber es sind auch andere Formen der Kehlausbildung möglich und historisch überliefert, sodass auch diese hier angesprochen werden und für Instandsetzungsarbeiten an den Dächern alter Häuser verwendet werden können.
Als Kehlausbildung kommen in Frage:

- die überdeckte Metallkehle
- die eingebundene Biberkehle
- die Schwenkziegelkehle bei Kronendeckung
- die eingebundene Nockenkehle

Die überdeckte Metallkehle ist die bei weitem häufigste Form der Kehlausbildung. Jedoch reicht es nicht, einfach ein Blech zu besorgen und irgendwie auf den Traglatten unter die Ziegel zu schieben. Sowohl das Blechmaterial, seine Formgebung und der Einbau müssen technischen und handwerklichen Regeln folgen, die im Abschnitt über Blecharbeiten am Dach näher beschrieben sind
Die Dachziegel sollen möglichst dicht und parallel zur Kehllinie geschnitten werden, um eine gleichmäßig schmale Fuge zu erhalten. Gleichzeitig muss eine ausreichende Überdeckung des Bleches von mindestens 120 mm gewährleistet sein. Je länger die Kehlline und je flacher die Dachneigung, desto breiter muss die Überdeckung sein.
Sehr viel eleganter, dem Material der Biberziegel angemessen und seit Jahrhunderten bewährt sind die eingebundenen Kehlen, die ohne Bleche auskommen. Diese Kehlausbildung ist bei Kirchen und repräsentativen Bauwerken Standard, aufgrund ihrer hohen Anforderungen an das handwerkliche Geschick des Dachdeckers an Bauernhäusern aber höchst selten, weil diese ja in der Regel vom Bauern selbst und in dörflicher Kooperation und nicht von hoch spezialisierten Handwerkern gebaut wurden. Ob man heute die einfache bäuerliche Bauweise fortführt, oder mit dem Argument einer denkmalgerechten Umnutzung und Modernisierung in einer höheren handwerkliche Qualität an handwerkliche Traditionen anknüpfen will, mag dem einzelnen Bauherrn überlassen bleiben. Eine folkloristische Überbetonung dieses Details an jedem Schuppen wäre jedoch genau so verkehrt wie jegliche „Verkitschung“ traditioneller Handwerkskunst.
Für die Einbindung von Kehlen in die Dachdeckung haben die Dachdecker eine Reihe möglicher Verlegearten entwickelt, die auf die jeweiligen Gegebenheiten eingehen. So gibt es unterschiedliche Einbindungen nach der einmal Deckungsart:

- Doppeldeckung
- Kronendeckung

Auszug aus den ***Fachregeln für Dachdeckungen*** *(der deutschen Dachdeckerinnung)* [61]

Abb. 89. ***Doppeldeckung***

1. *Gleichhüftig eingebundene Kehle 2 Biber breit*

2. *Gleichhüftig eingebundene Kehle 3 Biber breit*

3. *Ungleichhüftig eingebundene Kehle 2 Biber breit*

Abb. 90. ***Kronendeckung***

1. *Gleichhüftig eingebundene Kehle 3 Biber breit*
2. *Gleichhüftig eingebundene Kehle 3 Biber breit mit keilförmigen Anschlussziegeln*
3. *Gleichhüftig eingebundene Kehle 2 Biber breit*
4. *Ungleichhüftig eingebundene Kehle 3 Biber breit*
5. *Gleichhüftig eingebundene Kehle 3 Biber breit mit keilförmigen Anschlussziegeln*
6. *Schwenkziegelkehle*

zum anderen nach der Dachneigung der beiden Dachflächen, die 35° nicht unterschreiten darf:

- Gleichhüftige Dächer sind solche mit gleichen Dachneigungen. Bei diesen Dächern ist es möglich und sinnvoll, die Traglatten auf gleicher Höhe mit gleichen Abständen anzuordnen, sodass ein kontinuierlicher Übergang der beiden Dachflächen möglich ist.
- Ungleichhüftige Dächer haben verschiedene geneigte Dachflächen mit unterschiedlichen Abständen der Traglatten, sodass die einzelnen Ziegelreihen der beiden Dachflächen in unterschiedlichen Höhen aufeinandertreffen.

In allen Fällen muss die Kehldeckung vorab bestimmt und sorgsam bemessen werden:

- Die Kehldeckung wird auf Kehlbrettern in Richtung der Kehllinie verlegt. Auf den Kehlbrettern wird die Kehldeckung bemessen und aufgetragen.
- Die Kehlbreite muss mindestens 25 cm betragen und nach der Anzahl der Kehlziegel (Ziegel in Richtung der Kehle) festgelegt werden. Die Kehlbreite soll zwei Ziegelbreiten nicht unterschreiten. Bei Dächern mit flacheren Neigungen und langen Kehlen müssen breitere Kehlen bemessen werden.
- Die Höhen müssen so bemessen werden, dass die vierte Reihe die erste noch gerade um 1 cm überdeckt (3-fach Deckung). Daraus folgt, dass auf 2 Reihen der Dachfläche 3 Reihen Kehlziegel angeordnet werden (2/3 Teilung).
- Die Ein- und Ausspitzer, also schräg geschnittenen Ziegel sollen nicht zu schmal geschnitten werden, damit eine ausreichende Überdeckung der Längsfugen von mind. 3 cm gewährleistet bleibt. Pro Schicht sollen nicht mehr als 2 Ziegel geschmälert werden.

Die Einbindung von Kehlen erfordert viel Erfahrung und handwerkliches Geschick und sollte daher nur von erfahrenen Dachdeckern durchgeführt werden. Insbesondere bei höheren Anforderungen etwa für einen ausgebauten Dachraum muss die Kehle sorgsam und fehlerfrei verlegt werden.

Dachöffnungen, Dachaufbauten, Dachfenster

Der Einbau neuer Dachaufbauten und Dachöffnungen ist in jedem Falle problematisch, gleichwohl bei einem Dachausbau meistens unvermeidlich. Problematisch deshalb, weil mit derartigen Eingriffen immer die gemessene Ruhe und die Großzügigkeit der großen geschlossenen Dachflächen und damit die gesamte Dachlandschaft empfindlich gestört wird. Insbesondere landschaftlich exponierte Dachflächen und solche, die von Kirchenburgen aus sichtbar sind und das Ortsbild prägen, sollten in ihrer überlieferten geschlossenen Form erhalten bleiben. Daher muss für Ausbauplanungen auch aus städtebaulichem Blickwinkel sehr genau durchdacht und geprüft werden, welche Räume und Bereiche der Hofstelle sich überhaupt für einen Ausbau eignen (→Abschnitt Modernisierung S. 212).

Wenn ein derartiger Dachausbau vertretbar und vernünftig ist, müssen die Dachaufbauten sich in das Ortsbild einpassen und sich an regionalen Vorbildern orientieren. Die Formen von Dachaufbauten, früher in der Regel zur besseren Belüftung des Dachraumes vorgesehen, sind regional unterschiedlich. Während man um Hermannstadt herum eher Fledermausgauben findet, überwiegen im Schässburger Raum Spitz- und Satteldachgauben. Aber auch dieser Aspekt ist noch nicht ausschöpfend untersucht worden, sodass keine verlässlichen Aussagen gemacht werden können, in welcher Ortschaft welche Form von Dachaufbauten in der Vergangenheit üblich waren. Vielerorts sind an den Dächern der Wohnhäuser überhaupt keine Dachaufbauten vorhanden. Seitliche Anbauten wie Eingangsüberdachungen und seitliche Laubengänge werden mit Schleppdächern an das Hauptdach angelehnt, die sich vollständig in die geschlossene Dachfläche integrieren. Dächer, in denen Erntegut gelagert wurde, haben mannshohe Ladeöffnungen an der Traufe. Dies sind in der Regel die Dächer der Stallgebäude mit niedriger Traufhöhe, sodass sich auch an diesem Detail die Funktionstrennung der einzelnen Gebäudeteile ablesen lässt. Auch die Ladeluken haben oft Schleppdächer oder auch Satteldächer.

Es wäre für eine einheitliche Entwicklung des Dorfbildes wünschenswert, wenn in den Bebauungsplänen für die Ortschaften eine detaillierte Gestaltungssatzung auch zum möglichen Umfang, zu Bauweise und Form der Dachaufbauten Rahmen und Orientierung geben könnte. Wo es eine solche Satzung aber (noch) nicht gibt, müssen Bauherr, Architekt und Genehmigungsbehörde in gemeinsamer Verantwortung für das gesamte Erscheinungsbild zu einer ausgewogenen Lösung finden, denn wenn sich die Nutzung ändert, werden sich auch die Anforderungen an Dachöffnungen ändern, insbesondere in Bezug auf die Belichtung und die Wärmedämmung.

Ein wichtiges Kriterium für die Anordnung von Gauben in der Dachfläche ist der Brandschutz. Dachöffnungen müssen grundsätzlich so viel Abstand zu benachbarten Gebäudeteilen haben und so angeordnet sein, dass ein Brandüberschlag nicht begünstigt wird.

Fledermausgauben

Fledermausgauben können besonders leicht in die Biberdeckung eingebunden werden. Die einfachste Form entsteht, indem einfach ein paar Reihen Traglatten von Sparren aufgespreizt werden. Die Dachfläche wird im Verlauf der Gaube kontinuierlich flacher geneigt, was aber für die Deckungsweise nicht besonders berücksichtigt werden muss. Es entsteht so eine flache geschwungene Öffnung. Die flache Form ist für Ausbauten zu Wohnzwecken aber problematisch, weil im Gegensatz zu der ursprünglichen Gaubenform nun aus Wärmedämmung und Dichtigkeit eine Dicke des gesamten Dachaufbaus von mindestens 20–25 cm folgt. Es reicht dann nicht mehr, die Traglatten vom Sparren abzuspreizen, sondern es muss nun eine eigene Konstruktion mit allen für den Dachausbau notwendigen Funktionsebenen für die Gaube gebaut werden. Sie wird damit entweder unzulässig groß, in den seitlichen Neigungen zu steil, oder erhält eine nur sehr schmale Fensteröffnung. Aus diesen Beschränkungen muss ein Kompromiss gefunden werden.

Die „richtige" Formgebung von Fledermausgauben ist den Richtlinien für das Dachdeckerhandwerk wiedergegeben. Eine „richtige" Proportionierung in der Dachfläche ist Aufgabe des Architekten.

Schleppdachgauben

Schleppdächer sind Dachflächen mit gleicher Richtung der Trauflinie, die sich

Fotos Seite 91.

1.-3. *Dachöffnungen hatten ursprünglich die Funktion als Ladeluken zur Bergung des Erntegutes und waren gedeckt mit Sattel- oder Schleppdächern. Form, Kubatur und Proportionen dieser Dachöffnungen sind Vorbild für heutige Modernisierungen.*

4. *Dachöffnung zur Belichtung mit Satteldach älterer Bauart.*

1.–2. *Schleppdachgauben moderner Bauart, die sich in die Dachlandschaft einfügen.*
3.–5. *Fledermausgauben größerer Bauweise, die auch für den Dachausbau tauglich sind.*

vom Hauptdach nur durch ihre flachere Dachneigung absetzen. Für Schleppdächer muss vor allem die minimale Dachneigung von 30° eingehalten werden. Dachöffnungen mit Schleppdächern haben daher meistens eine recht geringe Sturzhöhe und müssen ein Unterdach mit einer zweiten wasserführenden Ebene (Unterdach) erhalten. Sie sind überall dort sinnvoll, wo flache und breite Öffnungen erforderlich sind. Traditionell findet man sie aber auch sehr häufig an Sparrenfeld breiten traufständigen Ladeluken in Stalldächern.

Sattel- oder Spitzdachgauben
Satteldachgauben bilden die gängigste Form von Dachfenstern in ausgebauten Dachgeschossen. Sie sind seit der Zeit des Barocks sehr häufig eingebaut worden. Sie sind in ihrem Aufbau und in ihrem Anschluss an die Dachfläche (Sattelkehle) deutlich aufwendiger, erlauben aber ein hohes Fenster in der Gaubenfront. Weniger verbreitet als die Satteldachgaube mit einem häufig filigran gestalteten Giebeldreieck ist die Spitzdachgaube, deren Satteldach zur Front hin abgewalmt ist.
Sattel- und Spitzdachgauben verleihen vor allem städtischen Dachlandschaften ein filigranes differenziertes Bild. In den Dörfern sind sie traditionell lediglich an den Ladeluken der Ställe zu finden.
Bei der Bemessung von Satteldachgauben muss man sehr vorsichtig sein, denn mit der Breite der Gaube nimmt vor allem die Höhe des Daches und damit die gesamte Kubatur der Gaube deutlich zu. Traditionell sind Gauben ein Sparrenfeld breit und damit recht schmal und filigran. Größere Gauben hingegen zerstören die Hierarchie der Dachflächen und führen zu unangenehmen Proportionen von Hauptdach und Gaube.
Aber nicht nur die Dachflächen sind bei den Dachaufbauten von Bedeutung, sondern auch ihre Seitenwände und Frontausbildung werden ja zu Bestandteilen des Daches. Eine schlichte und klare Linienführung der Kanten, naturbelassene Holzflächen ohne Lacke und Glanz, und auch eine dezente Farbgebung, die sich an den Farbtönen des Daches oder der Fassade orientiert, spiegelt den Charakter der alten sächsischen Bauernhäuser besser wider als Zierrat und Modeerscheinungen.

Sonderformen
Sonderformen wie Bogen- und Gewölbekonstruktionen oder andere, nicht lokaltypische Dachformen und Konstruktionen sind generell sehr problematisch und sollten nicht geplant werden.

Dachflächenfenster
Auch Dachflächenfenster moderner Ausprägung (z. B. Fabrikat Velux) sind keine ortstypischen Bauteile und gehören nicht in die Dachlandschaft historischer Ortschaften. Aus Sicht des Denkmalschutzes werden sie sehr kontrovers betrachtet, eben weil sie einerseits ein fremdes, unpassendes Element darstellen, andererseits bei einem unvermeidlichen Dachausbau die Kubatur, die geometrische Form des alten Daches nicht verändern.
Aus technischer Sicht bieten Dachflächenfenster eine sehr effiziente Belichtung. Der Lichteinfall von Dachflächenfenstern ist deutlich höher als der von senkrecht stehenden Fensterflächen. Dieser Aspekt führt zu der Kompromisslösung, dass sehr kleine Dachflächenfenster in der Größe von 4–8 Ziegeln für die Belichtung von Dachräumen ausreichend sein sollten und mancherorts akzeptiert werden können, wenn außerdem für ihren Einbau die Sparrenkonstruktion nicht gestört wird, also keine Sparren herausgenommen werden müssen. Solche kleinen Dachflächenfenster sind als Ausstiegöffnungen für Schornsteinfeger seit langem in Gebrauch.
Ein weiteres Kriterium für die Akzeptanz eines Dachflächenfensters ist, wenn es in handwerklicher individueller Bauweise etwa als Doppelfenster gebaut wird, denn handwerkliche Lösungen mit traditionellen Materialien und Techniken fügen sich generell immer besser in die historische Baustruktur ein als ein Industrieprodukt. Zu beachten ist außerdem, dass für Dachflächenfenster eine „Über-Kopf-Verglasung" mit speziellem Sicherheitsglas benötigen.

Ab- und Anschlüsse von Dachflächen
Neben der Kehle, die ja genau genommen den Anschluss einer Dachfläche an eine andere bildet, gibt es an Dächern ein Reihe weiterer Anschlüsse: An der Fassade und der Traufe schließen Dachflächen ab, an Schornsteine, Dachgauben, Dachfenster oder aufgehende Wände an. Alle diese Anschlusslinien müssen so gestaltet werden, dass das auf der Dachfläche abfließende Niederschlagswasser nicht unter die Dachdeckung eindringen und Schäden verursachen kann.
Früher, als noch keine Bleche zur Verfügung standen, wurde bereits bei der Formgebung der Dachflächen die Wasserführung auf und von der Dachfläche berücksichtigt:

- Die Ausbildung von Gesimsen an Traufen und Ortgängen erlaubt einen hinreichenden Dachüberstand über die Außenwände. Die Ziegel werden hier ebenfalls mit ausreichendem Überstand und Neigungen angesetzt, dass der Wasserfluss an der Ziegelkante (Abtropfkante) abreißen und deutlich vor der Wandfläche abtropfen kann.
- Der Schornstein wird am First angeordnet, sodass es zu keinem Wasseranstau oberhalb (firstseitig) kommen kann.
- Es gibt nur wenige Öffnungen in der Dachfläche und wenn, dann solche ohne Anschlussprobleme (z.B. Fledermausgauben).

Die seitlichen und unteren Anschlüsse wurden mit Mörtel gedichtet. In einer nächsten Stufe wurden dann besonders gefährdete Stellen wie oberhalb von Schornsteinen, die die Dachfläche unterhalb des Firstes durchstoßen, mit gewalztem Blei oder Blech gedichtet.
Bei allen Anschlüssen von Dachflächen an Bauteile aus Mauerwerk muss eine Bewegungsfuge berücksichtigt werden. Dachflächen sind durch Wind, Regen und Schnee größeren Verformungen und Bewegungen ausgesetzt als starres Mauerwerk. Diese Bewegungen müssen berücksichtigt werden, sonst kommt es zum Bruch von Ziegeln im Bereich des Anschlusses. Ziegel, die auf dem Giebel- oder Traufmauerwerk fest vermörtelt sind, müssen daher diesem zugerechnet werden und eine Bewegung gegenüber den anschließenden Ziegeln möglich sein. Ebenso können etwa an einem Schornstein seitlich und traufseitig im Zuge der Dachdeckung halbe Dachziegel so in das Mauerwerk integriert werden, dass sie einen regensicheren Anschluss an die Dachfläche ohne zusätzliche Metallanschlüsse bilden. Ein Blech wird dann nur noch am firstseitigen Mauerwerk benötigt. (Abb. 95.1)

Fotos Seite 93.
1.–3. *Dachfenster, die sich auch in ihrer Eigenwilligkeit in Proportionen und Bauweisen in die Dachlandschaft einfügen.*
4. *Dachflächenfenster zur Belichtung des Dachraumes*
5.+6. *Dachaufbauten die in ihren Proportionen und Bauweisen die Dachlandschaft und ein ausgeglichenes Erscheinungsbild stören.*
7.+8. *Öffnungen im Giebel sind immer problematisch, insbesondere bei kleinen Häusern, weil ein ausreichender Seitenabstand fehlt.*

Blecharbeiten am Dach – Dachentwässerung

1. Traditionelle Andichtung der Dachfläche an die Gaube mit Mörtelkehle.

2. Zeitgemäße Andichtung mit Steg und Wasserfalz, aufgehender Schenkel hinter der Seitenschalung.

3. Fachlich unsaubere Andichtung ohne Falze und vor der Schalung.

Heutzutage ist eine sehr exzessive Verwendung von Blechen zu beobachten, die oft über ein verträgliches und vernünftiges Maß hinausgeht. Wenn auch die Anforderungen an die Dichtigkeit heute deutlich höher sind, und insbesondere für ausgebaute Dachräume veränderte bautechnische Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen, so ist doch nicht an allen Stellen ein dichter Anschluss mit Blechen nötig und sinnvoll. Bleche sollen möglichst sparsam verwendet und soweit wie möglich von der Dachdeckung und Wandverkleidungen überdeckt werden.

Metallarbeiten am Dach werden eingesetzt für

- Vorrichtungen zum Ableiten des Niederschlagswassers von der Dachfläche mit Regenrinnen und -rohren, Traufen, Kehlen;
- Dachanschlüsse an aufgehende Wände wie Mauerwerk, Schornsteine, Dachgauben, und bauliche Elemente, die das Dach durchdringen;
- Abdeckungen von Mauerwerk, Gesimsen, Sohlbänken, wenn hier keine besser geeigneten Möglichkeiten zur Verfügung stehen;
- Dachdeckungen von Dach- und Wandteilen in einzelnen Sonderfällen. Ganze Dachflächen aus Blech sind an Bauernhäusern unüblich und werden hier nicht behandelt.

Als Material soll Zinkblech von mind. 0,7 mm Stärke eingesetzt werden. Ein dickeres Blech kann für bestimmte Einsätze erforderlich sein. Titanzinkblech ist heute ein gängiges Baumaterial und im Fachhandel erhältlich. Verzinktes Stahlblech ist weniger geeignet, weil die Verzinkung leicht verletzt wird, das Blech besonders an den Schnittkanten bald zu rosten beginnt und eine vergleichsweise kurze Lebensdauer hat. Kupferblech ist traditionell für höher wertige Einsätze bestimmt gewesen und soll auch heute aus ökonomischen wie ökologischen Gründen für Dacharbeiten an alten Bauernhäusern nicht verwendet werden. Kupfer hat außerdem den Nachteil, dass abgeschwemmte Kupferionen den Korrosionsvorgang anderer verzinkter Metalle beschleunigen, sodass eine Kombination von Kupfer mit verzinkten Metallteilen ausgeschlossen werden muss.

Anschlüsse aus Blechen für den Einsatz im Dach sowie Kehlbleche und Abdeckungen müssen zugeschnitten und in der vorgesehenen Form abgekantet werden, sodass vorbestimmte Blechprofile entstehen, die am Bau mit den erforderlichen Überlappungen und den dachseitigen und wandseitigen Abschlüssen eingebaut werden. Bei ebenen Dachflächen können die Bleche in größeren Längen (meistens 1,00 m oder 2,00 m) eingebaut werden, an Knickpunkten wie z. B. an Aufschieblingen oder Schleppdächern muss ein Knick oder ein Stoß mit einer Überlappung von 100 mm vorgesehen werden. Es ist auch möglich, die Anschlüsse in kürzeren Schichtstücken von der Länge der Ziegel einzubauen (Nocken), dann muss aber jedes Stück befestigt werden. Die Bleche können direkt auf die Tragleisten montiert werden, wenn diese mind. 30 mm stark und imprägniert sind und ihr lichter Abstand nicht mehr als 13 cm beträgt. Bleche auf einer flächigen Unterlage wie Bretter, Bohlen oder Mauerwerk müssen mit einem Pappstreifen unterlegt werden. Blech neigt zum Schwitzen (Tauwasserbildung) auf der Unterseite, sodass ohne Papplage eine dauerhafte Durchfeuchtung und damit Verrottung des Holzes vorprogrammiert ist.
Traufseitige Anschlüsse wie etwa unterhalb von Dachgauben überdecken die Dachziegel um mind. 100 mm und erhalten an der Unterkante einen Umschlag, bei unebenen Dachflächen eine Verzahnung, die sich an die Unebenheiten der Dachdeckung anpassen kann. Auch ein Streifen aus Walzblei kann hier eingesetzt werden. Das Blech wird nur an dem aufgehenden Bauteil befestigt.
Seitliche Anschlüsse aus Blechen können entweder als unterliegende oder als aufliegende Anschlüsse ausgeführt werden.
Unterliegende Anschlüsse werden von den Dachziegeln überdeckt und sind die bevorzugte Anschlussform, weil das Blech hier weitgehend verdeckt wird. Um einen einwandfreien Wasserfluss auch unterhalb der Überdeckung zu gewährleisten, muss die unter der Deckung liegende Kante mit einem Wasserfalz ausgebildet werden. Zwar schreiben die Regeln eine Falzhöhe von ≥15 mm vor, jedoch greift bei dieser Falzhöhe die Tragnase der Dachziegel nicht mehr hinter die Lattung, sodass für eine Deckung mit Biberschwanzziegeln eine Falzhöhe von

Abb. 95.1.
Abschlüsse und Anschlüsse der Dachfläche

Rot eingefärbt sind die fest vermörtelten Ziegel. Ein Bewegungsspielraum gegenüber der beweglichen Dachfläche muss gewährleistet bleiben.

Abb. 95.2.
Seitlicher Schornsteinanschluss Schnittskizze
mit fest vermörtelten Ziegeln (rot eingefärbt).
Auf eine leichte Neigung der Dachfläche vom Anschluss weg muss ebenso geachtet werden wie auf freie Beweglichkeit der Dachhaut gegenüber den fest vermörtelten Ziegeln.

Oberhalb des Schornstein Verblechung
Unterhalb Kronendeckung

8 mm gerade noch ausreichend erscheint (Abb. 96.1). Dieser Falz darf nicht durch den Einbau von Dachlatten zerdrückt werden. Sie können auch mit einem zusätzlichen Steg oder in der Form einer vertieften wasserführenden Rinne ausgeführt werden (Foto 94.2). Die seitliche Überdeckung von Anschlüssen soll mindestens 100 mm betragen. Das wird mit der Verlegung der Ziegel mit der Aufhängenase direkt am Wasserfalz nur knapp erreicht, sollte in den meisten Fällen aber ausreichen. In großen Dächern sind größere Bemessungen der Bleche erforderlich. Der Abstand der Ziegeldeckung zur Aufkantung beträgt etwa 40 mm. Die unterliegenden Anschlussbleche werden im oberen Bereich der Überdeckung genagelt und an der Längsseite mit einem Haftprofil befestigt.
Aufliegende oder überdeckende Anschlüsse aus Blechprofilen liegen in ganzer Breite auf der Dachdeckung auf. Sie sollen nur in unvermeidbaren Sonderfällen verwendet werden, weil hier das gesamte Blech sichtbar ist. Wo dies unvermeidbar ist, soll es in der Farbe der Dachdeckung gestrichen werden.
Wandseitige Teile der Anschlüsse werden an der aufgehenden Wand befestigt. Auch sie sollen so dezent wie möglich gestaltet werden, gleichzeitig aber auch die Mindesthöhe der Aufkantung von 100 mm aufnehmen.
Wenn Anschlussbleche sowohl auf der Dachkonstruktion als auch im Mauerwerk (z.B. eines Schornsteines) befestigt sind, reißen sie in der Regel vom Mauerwerk ab und hinterlassen abbröckelnden Putz und eine undichte Anschlussfuge. Anschlüsse an aufgehendes Mauerwerk müssen daher aus mindestens zwei Blechprofilen zusammengesetzt werden, die mit einem Bewegungsfalz miteinander verbunden sind. Man unterscheidet daher auch den Dachanschluss in ein dachseitiges Anschlussprofil (unterliegender oder aufliegender Anschluss) und die wandseitigen Teile der Anschlüsse.
Anschlüsse an das Mauerwerk sollen unter Putz direkt am Mauerwerk befestigt werden. Der Untergrund muss möglichst eben, fest und frei von losen Putz- und Mörtelresten sein. Das Blechprofil kann in einen Mauerschlitz eingelassen oder auf dem Mauerwerk mit Nägeln befestigt und anschließend abgedichtet werden. Das Blech soll soweit vorstehen, dass der Putz bündig angeschlossen werden kann. Die Oberkante soll dabei leicht nach außen geneigt sein, um zu gewährleisten, dass Wasser immer von der Wand weg abfließen kann.

3. Einteilige Blechprofile reißen von der Wand ab, weil sich das Blech mit der Dachfläche bewegt.

Abb. 96.1. ***Seitlicher Wandanschluss mit zweiteiligem Blechprofil*** *(Maße in mm)*

Anschlüsse an Wände mit Holzverschalung sind einfacher zu gestalten. Hier ist vor allem darauf zu achten, dass der Dachanschluss zeitlich vor der Außenverschalung eingebaut wird. Die Aufkantung des dachseitigen Profils kann direkt auf der unteren Schalung befestigt werden, da hier nicht die Gefahr eines Abrisses besteht. Konter- und Traglattung werden so angebracht, dass die Außenschalung gut hinterlüftet wird. Sie überdeckt die Aufkantung des Anschlusses und endet etwa 5 cm über der Dachdeckung.

Kehlbleche

An Kehlblechen, insbesondere von langen Kehlen, ist eine größere Überdeckung von mind. 100 mm nötig, die möglichst dicht an die Kehllinie heranführt (→Kehlen). Dies kann bei guter Verlegung in der Regel durch das schräge Anschneiden der Ziegel, (Ausspitzer) erreicht werden. Sollte das nicht ausreichen, muss das Kehlblech auf Kehlbrettern unterhalb der Traglatten angeordnet werden.

Wie die Anschlussbleche erhalten Kehlen einen Wasserfalz. Bei erhöhtem Wasseranfall können auch Stege parallel zur Kehllinie ausgeführt werden.

Traufrinnen und Fallrohre

Wie die Blecharbeiten am Dach im Allgemeinen muss man auch einen Einbau von Regenrinnen (Dachrinnen, Traufrinnen) sorgsam überlegen, denn auch dies ist nicht immer und überall nötig und sinnvoll. Kleine Dächer und schmale Gesimse brauchen keine Regenrinnen. Auch bei genügendem Dachüberstand und einer guten Oberflächendrainage des Geländes ist eine Regenrinne nicht immer erforderlich. Gleichwohl kann eine geregelte Dachentwässerung zu trockenen Sockel- und Kellerbereichen beitragen, aber auch nur dann, wenn sie fachgerecht ausgeführt und dauerhaft gepflegt wird. Denn fehlerhafte, durchhängende, löchrige, verstopfte Regenrinnen und Fallrohre können auch zu erheblichen Schäden am Gebäude führen, weil an diesen Stellen das Wasser konzentriert in das Gebäude dringt. Wartung und Instandhaltung, sowie die Sicherung gegen Diebstahl und Vandalismus sind also gerade für diese Bauteile von großer Bedeutung.

An den alten Bauernhäusern kommen generell nur außenliegende Dachrinnen zum Einsatz. Gesimsrinnen oder innenliegende Rinnen sind nur in besonderen Einzelfällen sinnvoll. In bestimmten Situationen, etwa wo zwei Traufen dicht beieinanderstehen, können auch Dachgräben am besten das Regenwasser ableiten. Hier ist dann aber auch ein Überlauf und ein Zugang zur Reinigung zu beachten. In ihrer großen Mehrzahl sind aber die freistehenden Bauernhäuser so gebaut, dass eine schadensfreie Ableitung des Regenwassers auch ohne Dachrinnen gewährleistet war.

Rinnen, Fallrohre und ihr Zubehör müssen sorgsam aufeinander abgestimmt sein. Größe und Querschnitt werden nach der Größe der Dachfläche bemessen, um die maximal anfallende Regenmenge aufnehmen zu können. Sie sollen weder zu groß, noch zu klein bemessen sein. In der Regel können die in der Tabelle unten angegebenen Richtwerte als Größenordnungen angenommen werden:

Dachgrundfläche bei max. 300l/(s·ha) m²	Regenwasserabfluß l/s	Regenrinne Lichtweite mm	Fallrohr Nenngröße D mm
20	0,6	80	50
60	1,8	100	70
170	5,1	150	100

Abb. 97.1.
Traufausbildung
an Dächern für Ausbau

1. *Dachkonstruktion mit Mauerlatte, Dachbinder, Sparren und Aufschiebling*
2. *Traufgesims*
3. *Traufschalung*
4. *Unterspannbahn / Unterdach*
5. *Konterlattung*
6. *Dachlattung*
7. *Rinnenhaken, in die Traufschalung eingelassen*
8. *Regenrinne*
9. *Papplage*
10. *Traufblech*
11. *Dachdeckung*

Regenrinnen sind meist halbrund und haben außen einen angeformten Wulst und hinten einen Wasserfalz. Sie müssen so angebracht werden, dass der vordere Wulst, waagerecht gemessen, niedriger als der hintere Wasserfalz liegt. Der Wulst wird durch eine Feder oder durch eine angeformte Nase am Rinnenhaken fixiert, der Wasserfalz mit einer Feder gehalten.

Regenrinnen sollten mit geringem durchgehendem Gefälle zum Fallrohr angesetzt werden. Sie können in kürzeren Bereichen auch ohne Gefälle verlegt werden, sie sollen aber an keiner Stelle durchhängen oder einen Wasserrückstau ermöglichen.

Die Verbindungen der Rinnenstücke werden mit einer Überlappung in Richtung Gefälle wasserdicht weich gelötet. Die Lötnaht soll höchstens 0,5 mm dick (Lötspalt) und mindestens 10 mm breit sein. Bei langen Rinnen muss die Längsdehnung berücksichtigt werden. Eine Dehnungsfuge kann etwa mit dem Rinnenkasten (Einlaufkasten) hergestellt werden. Auch Formstücke wie Bögen, Innen- oder Außenecken werden weich gelötet. Die Rinnen sollen Endkappen (Rinnenböden) erhalten, die ebenfalls gelötet werden. Diese Formstücke sind abgestimmt auf die Regenrinne im Fachhandel erhältlich, können aber auch, wie die Rinnen selbst, handwerklich hergestellt werden.

Das Handwerk der Dachklempnerei (Metallarbeiten am Dach) ist sehr hochwertig, spezialisiert und hat eine lange Tradition. Diese soll, wie andere Handwerkskunst auch, gepflegt und erhalten werden, indem erstens die Handwerker durch Aufträge ihre wirtschaftliche Basis behalten, und zweitens hohe Anforderungen an die Qualität der Arbeit gefordert und kontrolliert werden.

Die Rinnenhaken müssen im Durchmesser und mit ihren Befestigungen auf die Rinne abgestimmt sein. Sie bestimmen mit ihrem Einbau die Lage der Regenrinne und müssen daher sehr sorgsam gekantet und auf der Traufbohle oder den Sparren mit mindestens zwei Nägeln oder Schrauben befestigt werden. Bei Dächern ohne Unterdach ist der Abstand durch den Sparrenabstand gegeben. Wenn ein Traufblech eingesetzt werden soll, müssen die Rinnenhaken in die Unterkonstruktion flächenbündig eingelassen werden.

Traufbleche sind immer erforderlich bei ausgebauten Dächern mit Unterdach oder wenn die Abtropfkante weniger als 5 cm beträgt, weil sich dann der Wasserfluss unterhalb der Deckung bis in die Konstruktion ziehen kann. Traufbleche führen das Regenwasser sicher in die Regenrinne und decken den Traufbereich ab. Der untere Schenkel wird mit einem Falz versehen und sollte mindestens so lang bemessen werden, dass der Falz in

Der Anfang vom Ende.
Bei den Blecharbeiten sollte man weniger auf Schmuck und Zierrat achten, als vielmehr auf ein sinnvolles Konzept für die gesamte Fassadengestaltung und vor allem auf gute Funktionalität.

den Wasserfalz der Regenrinne eingehängt werden kann. Der obere Schenkel sollte mindestens 150 mm lang sein und wird auf der Traufschalung mit Nägeln befestigt.
Die Traufbleche werden ohne Verlötung mit einem Überstand zwischen 70 und 100 mm abhängig von der Dachneigung verlegt. Bei sehr flachen Dächern unter 30° sollen die Stöße einen liegenden Falz erhalten.
Die Unterspannbahn bzw. die wasserführende Lage des Unterdaches wird auf das Traufblech verlegt. Man muss also bei der vorzeitigen Verlegung der Unterspannbahn oder des Unterdaches darauf achten, den Traufbereich nicht zu fixieren, damit die Unterspannbahn dann bei der Verlegung der Bleche zurückgeschlagen werden kann. Konterlattung, Traglattung und Dachdeckung werden danach wie gewohnt über das Traufblech verlegt (Abb. 97.1).
Fallleitungen sind in der Regel rund und bestehen aus den Rohren und Zubehörteilen wie Bögen, Rohrschellen und Einlaufstutzen. Alle Teile müssen im System und in ihren Abmessungen zueinander passen. Die einzelnen Rohrteile werden mind. 50 mm tief ineinandergesteckt.
Der Übergang von der Regenrinne zum Fallrohr wird mit einem Rinnenablaufstutzen hergestellt. Eine einfacher Trichter ist deutlich effizienter als eine zylindrische oder Kastenform. Von den Roma Handwerkern werden häufig aufwendig gestaltete Zubehörteile, insbesondere Einlaufstutzen angeboten. Diese Teile passen jedoch nicht zu den schlichten und einfachen Formen der sächsischen Bauernhäuser. Für die Blecharbeiten sollte man auf das handwerkliche Geschick und gleichzeitig auf eine einfache, effiziente und an den technischen Anforderungen orientierte Formgebung achten.
Fallrohre sollen etwa alle 2 m mit einer Rohrschelle am Mauerwerk befestigt werden. Gegen Abrutschen sollen sie oberhalb der Befestigung mit einem angelöteten Wulst gesichert werden. Fallrohre sollen in einem Abstand von mind. 2 cm vor dem verputzten Mauerwerk verlegt werden, um Kondensation auf der Wand zu vermeiden. Der durch den Dachüberstand notwendige Rohrversatz kann mit Rohr-, Schräg,- und Gliederbögen hergestellt werden.
Am unteren Ende wird das Fallrohr mit einem Auslaufbogen versehen, der das Regenwasser sicher vom Haus wegführt. Ein Regenrohrstein kann dies fördern. Ein Auslauf aus dem senkrechten Rohr ist unbedingt zu vermeiden. Das auslaufende Wasser wird unkontrolliert in alle Richtungen versprüht und führt zu Schäden am Sockelbereich.
Fallleitungen müssen in ihrem unteren (öffentlich zugänglichen) Bereich gegen mechanische Schäden und Diebstahl geschützt werden. Dies geschieht vorzugsweise durch eine gute Befestigung des Regenrohres mit zusätzlichen Rohrschellen oder einem Mantelrohr und ggf. einen Stein, der das zu dichte Heranfahren von Fahrzeugen verhindert.

Fenster

Erkennt man in der Fassade das Gesicht eines Hauses, so sind die Fenster dessen Augen. Und wie diese erschließen zuerst sie die Seele, den Charakter des Hauses und damit seiner Bewohner. Diese zunächst sehr romantisch klingende Einleitung hat durchaus einen handfesten sozialpsychologischen Hintergrund von gesellschaftlicher Bedeutung: Seit jeher ist es das Bestreben des Menschen gewesen, gemeinsame Wertvorstellungen und Schönheitsideale zu zeigen und hervorzuheben, und sich gleichzeitig mit einer individuellen Interpretation dieser Ideale von seinen Nachbarn zu unterscheiden. Vordergründig stellt sich dies natürlich mit den Inschriften, Symbolen und Ornamenten an der Fassade dar, subtiler aber auch in den Fenstern mit ihren verschiedenen Funktionen, ihrer Teilung und Gliederung, ihren Profilen und Verzierungen, die mitunter in der Fassade ihre Fortsetzung finden, und mit all dem, was sie zeigen und was sie verbergen.
Leider gehen heute allzu oft gute alte Holzfenster allein durch Mangel an Sensibilität, durch Unkenntnis der Möglichkeiten zur Instandsetzung und Funktionsverbesserung, und durch eine falsche Bewertung alter Fensterkonstruktionen gegenüber modernen Industriefenstern verloren. Diese werden dann mitunter auf brachiale Weise in die Laibungen und Sturzbögen gebrochen und mit unverträglichen Materialien eingesetzt. Wie grob und seelenlos entstellt zeigt dann manche Fassade mit ausgestochenen Augenhöhlen ohne das Spiel des Lichtes zwischen Sprossen und Glasflächen, ohne Struktur und Gliederung, ohne jedes Augenzwinkern.
Welche Fensterform bei der Besiedelung der Region Siebenbürgen dem damaligen Stand der Technik entsprach, ist schwer nachzuvollziehen. Wir wissen, dass bereits die Römer verglaste Fenster kannten, deren Glas aber nicht durchsichtig, sondern nur durchscheinend war. Sicher ist aber auch, dass im Mittelalter Glas ein sehr kostbares Baumaterial war, das mit großer handwerklicher Kunst hergestellt und nur in repräsentativen Häusern eingebaut werden konnte. Fest steht, dass sich die Fensterformen deutlich von den heutigen unterschieden und dass Fenster in den einfachen Wohnhäusern bis weit in das 18. Jh sehr klein waren und ihre Zahl im Haus sehr beschränkt.

...zeigen die Seele des Hauses

Für das 17. und 18. Jh. gibt Johann Michael Salzer in seiner Beschreibung Birthälms auch über die Art der Fenster Auskunft: `Schlemmen´ waren die gewöhnlichen Vertreter der sonst kleinen sechseckigen in Blei gefassten Glasscheiben an den Fenstern.“[62] Und fragt sich dann: „Wenn dies (in den wohlhabenden Häusern) auf dem Markt der Fall war, wenn noch in den Jahren 1760, 1766, 1768 und 1774 nur `Schlemmen´ das Licht in die Schulklassen dringen ließen, wie mag es da in den Nebengassen ausgesehen haben?!“
Hier mögen vielleicht nur Holzläden vor die Fensterstöcke geschlagen worden sein? Auch diese Bauweise ist ja in Mitteleuropa belegt, indem in gegratete Brettläden mehr oder weniger kleine Aussparungen zum Lichteinfall geschnitten sind. Auch Felle, Textilien oder Pergament sind zum Schließen von Fensteröffnungen verwendet worden. Von den ältesten heute noch vorhandenen Fenstern sind lediglich nur noch die Fensterstöcke im Original erhalten, meist kräftige Kreuzstockfenster aus Eichenholz (Fotos 100.1-3). Die Flügel dieser Einfachfenster hatten einen sehr feinen Querschnitt von etwa 40 x 50 mm, teilweise auch deutlich weniger (Foto 100.4)und waren aus Fichtenholz gefertigt, die Ecken gezapft und mit einem Holznagel verbunden, mit Winkelbändern stabilisiert und mit Stützkloben an den Stock geschlagen. Die Glasschei-

Vom Einfachfenster zum Kastenfenster – Bauweisen historischer Fensterformen

1. *Bei Umbauarbeiten in Roades/Radeln geborgenes Kreuzstockfenster aus Eichenholz.*

4. *Fensterflügel mit Nut für die Aufnahme der Glasscheibe.*

2. *An weniger repräsentativen Fassadenabschnitten sind oft alte Kreuzstockfenster erhalten geblieben.*

5. *Historische Fensterflügel haben oft starke Blendrahmen, aber sehr zierliche Flügelrahmen, abhängig von der Holzart. In diesem Flügelrahmen aus Eichenholz misst das geschwungene Oberstück nur 35x32 mm.*

3. *Kreuzstockfenster mit zwei Pfosten, bei Instandsetzungsarbeiten im Mauerwerk gefunden und konserviert.*

6. *Auch einfache Fenster haben oft reich verzierte Kämpferprofile und Schlagleisten erhalten.*

be wurde in eine umlaufende Nut eingeschoben (Foto 100.4-6 rechte Spalte). Gleichwohl waren auch diese einfachen Fenster an bestimmten Gliedern wie Kämpfer, Pfosten und Schlagleisten oft liebevoll verziert (Foto 100.6, 103.1-5)
Der Höhepunkt des handwerklichen Fensterbaus wurde sicherlich mit dem Kastenfenster erreicht, das auch heute noch im Vergleich mit modernen Industriefenstern hervorragende physikalische und technische Eigenschaften besitzt. Es verbindet gute Dämmwerte mit hervorragendem Schallschutz, lässt sich relativ leicht reparieren und hat bei guter Pflege eine lange Lebensdauer.

Heute sind im ländlichen Siebenbürgen neben den Einfachfenstern im Wesentlichen zwei Typen von Doppelfenstern anzutreffen:
Die ältesten Doppelfensterkonstruktionen lassen sich einfach als eine Ergänzung eines Einfachfensters mit einem zweiten, äußeren Winterfenster erklären. Solche Vorsatzfenster sind in Mitteleuropa bereits seit dem 17. Jh. bekannt und in Siebenbürgen in großer Zahl vorhanden. Ein Einfachfenster, –oft mit kräftigen Blendrahmen, Kämpfer und mitunter auch Pfosten in einem Mauerfalz gesetzt– wird mit einem zweiten Fenster, oft aus recht dünnen Profilen von 30 bis 40 mm Stärke, außen vor das Mauerwerk gesetzt und durch Blechlaschen fest miteinander verbunden. Das dazwischen liegende Mauerwerk wird verputzt, der äußere Blendrahmen vom Fassadenputz eingefasst und steht nur wenig aus diesem hervor (Foto 99.1; Abb. 101.1; 102.1). Bei diesem Fenstertyp schlagen die äußeren Flügel nach außen, die inneren nach innen auf. Die äußeren Fenster haben ursprünglich keinen Kämpfer, sondern Blend- und Flügelrahmen füllen die volle Fensterhöhe aus (Foto 103.7). Die Flügel sind mit schmalen horizontalen Sprossen in drei Felder unterteilt, von denen eines mitunter mit einem Lüftungsflügel versehen ist. Diese Fensterform ist in eine Vielzahl von Varianten modifiziert worden (Foto 101.2)
Auch in der Fensterteilung ist die Entwicklung ablesbar, die sich generell an dem inneren Fenster vollzieht, während das äußere lediglich als Wetterschutz davor gesetzt wurde. Daher ist in der Regel das innere Fenster differenzierter gestaltet. Es folgt zunächst dem Typ des Kreuzstockfensters mit Mittelsäule und Kämpfer (Fotos 100.1+2). In die so geteilten vier Öffnungsfelder wurde jeweils ein Klappflügel angeschlagen. Dann entfiel die senkrechte feste Mittelsäule, die Klappflügel greifen paarweise mit Falzen oder mit einer aufgesetzten Schlagleiste, dem Stulp ineinander. Die Sprossenteilung ist der handwerklichen Glasherstellung mit kleinformatigen Glastafeln geschuldet. Aber auch sie folgt einer Ästhetik, die eine ausgewogene Proportionierung der Seitenlängen, ein Zusammenspiel aus Licht und Schatten, aus Durchsicht und Spiegelung zugrunde liegt.
Die weiterentwickelte und heute gebräuchlichere Form hat diesem Fenstertyp erst die Bezeichnung Kastenfenster eingebracht: Zwei Fensterflügel werden mit einem Zargen- oder Futterkasten direkt miteinander verbunden und als Einheit in die Mauerleibung bzw. einen entsprechend breiten inneren Mauerfalz eingesetzt (Foto 103.8; Abb. 102.2; 124.1). Der innere Blendrahmen ist bei diesem Typ größer, sodass beide Flügelebenen nach innen aufschlagen können.
Von der äußeren Fensterebene werden über die Dichtigkeit gegen Schlagregen hinaus mehrere Funktionen gefordert, die ein einzelnes Fenster gar nicht erfüllen kann. So ist hier traditionell ein jahreszeitlicher Austausch zweier Flügeltypen üblich: In der kalten dunklen Jahreshälfte werden verglaste Flügel eingehängt, die einen guten Schutz gegen Wind, Wetter und Kälte bieten, im Sommer kommen Lamellenflügel zum Einsatz, die das starke Sonnenlicht dämpfen und gleichzeitig bei geöffneten beweglichen Lammellen eine gute Belüftung gewährleisten (Abb. 102.1). Bei neueren hochwertigen Kastenfenstern sind beide Funktionen an dem Zargenkasten zusammengefügt, es hat dann drei Flügelebenen (Abb. 124.1).

Fest steht, dass sich die Entwicklung der Fenster in Siebenbürgen ähnlich wie in anderen Regionen Mitteleuropas vollzogen hat. Aber es gibt auch eigenständige Erfindungen und Entwicklungen, die einer eingehenden Forschung wert wären.

Abb. 101.1.
Konstruktionsprinzip Doppelfenster

2. *Doppelfenster mit geteiltem Außenfenster.*

A B C

C B A

A

A Inneres Fenster mit Dichtung
B Äußerer Blendrahmen mit Winterfenster
C Sommerfenster zum Austausch mit B

C B

Abb. 102.1.
Doppelfenster
hier als Nachbau mit Dichtungsebene am inneren Blendrahmen

7 28 10
45/42
27 11 6 12 23
10 25 10

Flügelrahmenprofil im Detail

50/45 64/45 64/45 118/45 60/45 50/45 64/45 85/45 60/45 50/45

Abb. 102.2.
Kastenfenster
mit Kämpfer und Doppelpfosten innen und außen

Doppel- und Kastenfenster im Detail

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fotos Seite 103.
1.–5. *Verzierte Kämpfer- und Schlagleistenprofile.*
6. *Sommerfenster als mehrflügliger Fensterladen mit beweglichen Lamellen.*
7. *Zweiflügliges Winterfenster. – Auch die Art der Verglasung prägt die Architektur*
8. *Blendrahmenkasten. Die Blendrahmen sind gezapft, der dazwischengesetzte Kasten gezinkt.*
9. *Geschmiedeter Vorreiber zum Verschließen beider Flügel am Mittelpfosten.*
10. *Stangenverschluss am Kastenfenster.*

Anforderungen und Bewertungskriterien für Fenster

Die feingliedrige Lamellenstruktur der Fenster korrespondiert mit dem Blätterdach

Für die technische Beurteilung eines Fensters ist eine Reihe von Kriterien von Bedeutung.

Lage des Fensters zum Wetter
Die Lage des Fensters zum Wetter ist für die Funktionstüchtigkeit und für die Lebensdauer eines Fensters von großer Bedeutung. Ein dem Wind und Regen ausgesetztes Fenster wird naturgemäß sehr viel stärker beansprucht als ein dem Wetter abgewandtes geschütztes Fenster, insbesondere hervorstehende Flächen wie Rahmenoberseiten und Wetterschenkel. Wartungsintervalle sind hier sehr viel kürzer.
Es ist daher immer ein Bestreben gewesen, Fenster und Außentüren durch bauliche Maßnahmen vor allzu starker Bewetterung zu schützen. Vordächer und Gesimse mit ausreichendem Überstand über den Fenstern bieten bereits einen guten konstruktiven Schutz. Auch vorkragende Profile an Fensterleibungen und -stürzen erfüllen diesen Zweck. In diesem Zusammenhang ist auch die auch Öffnungsrichtung der äußeren Fenster von Bedeutung: Nach außen aufschlagende Fensterflügel bieten einen guten Schutz des unteren Rahmenholzes, umso eher kann aber Regenwasser seitlich und an der Oberseite in die Konstruktion dringen. Eine hervorstehende Profilierung des Putzes kann hier bereits einen guten Schutz gegen Schlagregen bringen. Nach innen aufschlagende äußere Fenster hingegen sind durch die Anordnung des Falzes seitlich und oben gut geschützt, das untere Rahmenholz aber besonders stark dem Schlagregen ausgesetzt. Hier kommt in der Regel der „Wetterschenkel" zum Einsatz, der am Fensterflügel befestigt, gleichsam ein kleines Vordach zum Schutz der darunterliegenden Fuge und des Rahmenholzes bildet.
Auch die Strahlung der Sonne setzt den Fenstern zu. Extreme Temperaturunterschiede bei dunklen Anstrichen trocknen das Holz unterschiedlich aus und führen zu Rissbildung und Vergrößerung von Anschlussfugen. Durch die UV-Strahlung wird die Oberfläche des Holzes langsam abgebaut. Eine regelmäßige Inspektion und Wartung besonders der Oberflächenbeschichtung ist daher unverzichtbar.
Schäden infolge hoher Wetterbeanspruchung und Sonneneinstrahlung betrifft im Übrigen nicht nur Holzfenster. Auch Kunststofffenster können sich unter Beanspruchung verziehen und verspröden durch UV-Strahlung. Die Längendehnung von PVC ist um ein Vielfaches größer als die von Holz, sodass ihre Lage in der Maueröffnung keineswegs stabil sein kann. Kunststofffenster sind besonders stark Verformungen infolge von Temperaturwechseln ausgesetzt. Ihr größter Nachteil ist dann allerdings, dass sie nicht repariert werden können, sondern ersetzt und als Sondermüll entsorgt werden müssen.

Oberflächenbeschichtung
Eine gute Beschichtung des Holzes muss infolge der hohen Beanspruchung verschiedene Anforderungen erfüllen: Sie muss einen geschlossenen Film bilden, elastisch und diffusionsoffen bleiben und deckende UV-beständige Pigmente enthalten. Schließlich muss die Beschichtung noch wartungsfreundlich, abwaschbar und überstreichfähig sein. Leider sind in den vergangenen Jahrzehnten die historischen pigmentierten Leinölfarben außer Gebrauch geraten und durch qualitativ minderwertige Kunstharzfarben ersetzt worden. Diese haben vor allem den Nachteil, dass sie in der Regel nicht diffusionsoffen sind und damit langfristig zur Zerstörung des Holzes unter der Oberfläche führen. Diese mangelhafte Qualität der Oberflächenbeschichtung kreidet man häufig dem Holzfenster insgesamt an. Zu Unrecht, denn mit geeigneter hochqualitativer Oberflächenbeschichtung kann das Fenster über viele Jahrzehnte in guter Erscheinung und voll funktionsfähig erhalten werden.
Eine hervorragende Oberflächenbeschichtung bietet sich heutzutage mit den diffusionsoffenen Standölfarben an, die in einer Reihe von historischen Pigmenten erhältlich sind. Diese Farben sind zwar in der Anschaffung relativ teuer, sind aber sehr effizient und haben eine hohe Lebensdauer, sodass sie auf die gesamte Lebenszeit eines Fensters sehr viel günstiger werden.

Anschluss an den Baukörper
Der Anschluss eines Fensters an das Mauerwerk stellt Anforderungen an die Stabilität des gesamten Fensters und auch an die Dichtigkeit der Anschlussfuge.
Die Stabilität wird erreicht durch die Befestigung des Fensters beim Einbau mit Bankeisen (Abb. 203.1), oder Nägeln. Eine gute Stabilität bietet auch der Einbau in einen Mauerfalz. Dies ist insbesondere bei den Doppelfenstern der älteren Generation (Abb. 101.1; 102.1) der Fall.

Abb. 105.1. ***Isobarenlinien*** *in °Celsius im Übergang von Mauerwerksleibung zum Fenster beim*

Doppelfenster / Kastenfenster — *Thermoglasfenster* — *Thermoglasfenster mit Fassadendämmung*

Isobaren sind Linien gleicher Temperatur im Bauteil. Messungen haben gezeigt, dass am Kastenfenster die Temperaturen der Leibungen über dem Taupunkt bleiben, während bei Einfachfenstern, auch nach dem Einbau einer Fassadendämmung die Temperaturen an der Leibung unter den Taupunkt sinken können.[64]

Traditionell wurden die Fenster dann in der Maueröffnung mit dem Wandputz fest eingebaut. Versprünge oder Nuten in der Rahmenkonstruktion tragen hier noch zur Stabilität bei. Jedoch ist die Verbindung zwischen Putz und Holz niemals ganz dicht geschlossen, allein das „Arbeiten" des Holzes, sein Schwind- und Quellverhalten erlaubt keine dauerhaft dichte Anschlussfuge. Weil dieser Abriss des Putzes vom Holz unvermeidlich ist, sollte der Putz an ein Fenster immer mit einer bewusst gesetzten Schattenfuge (Kellenschnitt) angeschlossen werden.
Auf der Innenseite der Fensterkonstruktion muss daher – vorzugsweise unterhalb der Putzebene – ein winddichter Anschluss des Fensters an das Mauerwerk hergestellt werden. Neue Fenster sollten hierfür eine Nut außen im Blendrahmen erhalten, die fest bis zum Mauerwerk mit Hanf ausgestopft wird (alternativ in moderner Bauweise mit einem winddichten „Kompriband"). Auch alte Fenster können bei Bedarf mit einer Verstopfung der Fugen zum Mauerwerk unter dem Wandputz innen nachträglich hinreichend abgedichtet werden.

Schutz vor Tauwasser
Die Schutzfunktion des Fensters vor Schlagregen und Bewetterung von außen wurde bereits angesprochen. Ein komplizierteres Thema ist die Belastung durch Feuchtigkeit von innen in Form von Tauwasser, das sich am und um das Fenster herum bilden kann. Die Raumluft kann abhängig von der Temperatur nur eine bestimmte Menge Wasser aufnehmen. Sinkt die Temperatur unter den Wert der Sättigung, fällt die überschüssige Wassermenge, die die Luft nicht mehr aufnehmen kann als Tauwasser aus. Für die Berechnung dieses Taupunktes geht man von einem Raumklima von 20°C und 50% relativer Raumluftfeuchte aus und von einer Außentemperatur von -15°C.[63] Wenn bei diesen Rahmenbedingungen die Temperatur an der Innenseite der Raumhülle (Wände, Fenster etc.) etwa 13°C unterschreitet besteht die Gefahr der Tauwasserbildung (Abb. 105.1). Sehr eindrucksvoll kann man dies auf den Glasscheiben von Einfachfenstern beobachten, an denen sich große Wassermengen aus der Raumluft niederschlagen können. Die Art der Beheizung und das Lüftungsverhalten sind für die Bildung von Tauwasser mit verantwortlich. Eine Zentralheizung hält das Raumklima am ehesten so trocken, dass Tauwasser unter den genannten raumklimatischen Bedingungen kaum anfällt. Eine Ofenheizung mit Holz setzt sehr viel mehr Feuchtigkeit in den Raum frei, bei Beheizung mit frischem Holz steigert sich dies um ein Vielfaches. Extrem belastet sind besonders Küchen, in denen bisweilen mit dem Suppentopf auf dem Herd der Raum beheizt wird (Foto 41.4). Hier nützt keine Berechnung, Tauwasser läuft an Wänden und Fenstern herab, alle Bauteile verlieren ihre Dämmeigenschaften, es kommt zu Schimmelbildung und äußerst ungesundem Raumklima.
Schimmelbildung an den Fensterleibungen infolge von Tauwasser ist insbesondere bei nachträglich eingebauten Isolierglasfenstern ein großes Problem. Durch die geringe Einbautiefe im Vergleich zum Doppelfenster entsteht im Mauerwerk eine Kältebrücke, die aufgrund der baulichen Situation nicht gedämmt werden kann. Die Oberflächentemperatur der Leibung im Anschluss an das Fenster sinkt unter den Sättigungswert, es fällt kaum spürbar aber dauerhaft Tauwasser aus, und es kommt zur Schimmelbildung. Die Materialeigenschaften von PVC verstärken diesen Prozess (Abb. 105.1; 109.2).
Aber auch an anderen Stellen sind Isolierglasfenster tauwassergefährdet, insbesondere wenn es sich um einfaches Isolierglas älterer Bauart handelt, wie dies bei den Billigprodukten in Siebenbürgen in der Regel der Fall ist. Auch die umlaufenden Abstandshalter zwischen den Scheiben aus Aluminium oder Stahl stellen Kältebrücken am Rande der Isolierglasscheiben dar, sodass in diesem Bereich Tauwasser ausfallen kann.
Das Problem der Tauwasserbildung an den Leibungen stellt sich bei Doppelfenstern aufgrund ihrer Einbautiefe grundsätzlich nicht. Aber auf der Innenseite der Außenflügel von Doppelfenstern schlägt sich häufig Tauwasser nieder, ein Hinweis darauf, dass durch undichte Fugen der inneren Fensterflügel die Raumluft in den Scheibenzwischenraum gelangt (→Fugendichtigkeit). Da dies in früheren Zeiten als normaler Vorgang erkannt wurde, haben diese Fenster eigene Vorrichtungen (Wasserauffangrinnen, Wasserkästen, Rohrdurchführungen nach außen) erhalten, die verhindern, dass das niedergeschlagene Wasser Schäden anrichten kann. Heute gibt es mit dem Einbau von Dichtungen weitere Möglichkeiten der Nachrüstung, um dem Problem der Tauwasserbildung zu begegnen.

Abb. 106.1. ***Kastenfenster im Schnitt***

Die besten thermischen Eigenschaften haben Fenster mit einem Scheibenabstand von 10–12 cm. Darunter nimmt die Wärmeabstrahlung zu, darüber entstehen im Zwischenraum Luftwirbel, die die Wärme ableiten.
Ein Luftaustausch mit der Außenluft verhindert Kondensation, der Innenflügel muss winddicht sein.

Wärmedämmung
Als eine der wichtigsten Eigenschaften für ein raumabschließendes Bauteil wird heute deren Wärmedämmung gesehen. Dies gilt natürlich auch für Fenster. In den gängigen Energieeinsparungsverordnungen werden für den Wärmeverlust von Innen nach Außen bestimmte Grenzwerte vorgeschrieben, die nicht überschritten werden dürfen. Gleichwohl gilt in der Denkmalpflege der Grundsatz, die Anforderungen der Energieeinsparung abzuwägen mit den Belangen des Schutzes von Baukultur. Hier gilt es, einen vernünftigen Mittelweg zu finden. Mit der Verbesserung alter oder auch dem Bau neuer Kastenfenster lassen sich gute Werte für den Wärmeschutz erzielen.
Als Kennwert für die Wärmedämmung ist der U-Wert (Wärmeduchgangskoeffizient) gemessen in W/(m² K) ausschlaggebend. Der U-Wert bestimmt den Wärmeverlust von innen nach außen und gibt die Wärmemenge an, die pro Quadratmeter und pro Stunde bei 1° Temperaturunterschied durch das Bauteil gelangt. Je niedriger dieser Wert, desto besser ist die Dämmeigenschaft. Holzart und Rahmenstärke, Verglasungsart und Abstand der Scheiben voneinander (Abb. 106.1) fließen in diese Berechnung ein. So hat ein traditionelles Einfachfenster von 41 mm Rahmen- und 3–4 mm Glasstärke einen U-Wert von ca. 5,6 W/(m² K) konventionelle Isolierglasfenster PVC Fenster haben U-Werte von etwa 2,8 W/(m² K),[65] Kastenfenster von etwa 2,4–2,6 W/(m² K).[66]
Kastenfenster sind also in der Wärmedämmung den PVC-Fenstern generell überlegen. Unabhängig von der Qualität der Verglasung hat der Baustoff Holz gegenüber anderen Baustoffen wie Metall und PVC günstigere Dämmeigenschaften, die nicht nur im reinen Wärmedurchgang zu finden sind, sondern auch in der geringen Leitfähigkeit sowie der dem Temperaturgefälle folgenden Feuchteausgleich im Materialgefüge.
Mit dem Einbau spezieller Wärmeschutzverglasungen lassen sich auch noch bessere Dämmwerte erzielen, jedoch muss man abwägen, ob damit die erheblichen zusätzlichen Kosten und die architektonischen Nachteile gerechtfertigt werden können.

Fugendichtigkeit
Das zweite wichtige Kriterium für den Schutz gegen Wärmeverlust ist die Winddichtigkeit der Außenhülle und insbesondere deren Fugen. Es müssen nicht nur die äußeren Fugen dicht sein gegen Schlagregen. Für das Raumklima ist die Fugendichtigkeit der gesamten Fensterkonstruktion von Bedeutung. Sowohl im Anschluss an den Baukörper, als auch zwischen Rahmen und Flügeln sollen die Fugen dicht schließen, um Zugerscheinungen im Wohnraum und den Verlust von Wärme durch ausströmende Raumluft zu vermeiden.
Für die Fugendichtigkeit wird als a-Wert der Luftaustausch gemessen in m³ pro Stunde und pro Meter Fugenlänge. Bei intakten Kastenfenstern liegt dieser a-Wert bei 3–5 m³/hm, mit verzogenen oder defekten Fensterflügeln oder gar gebrochenen Glasscheiben kann er auch deutlich höher liegen. Auch in der Addition mehrerer undichter Fugen zwischen Baukörper und Fenster und im Fenster selbst kann ein hoher Luftaustausch mit deutlichen Zugerscheinungen begründet sein. Grundsätzlich haben Fenster drei Dichtungsebenen:

1. der Anschluss zum Baukörper / Mauerwerk,
2. der Öffnungsfalz wischen Blendrahmen und Flügelrahmen,
3. der Kittfalz zwischen Flügelrahmen und Glasscheibe.

In der Verbesserung der Fugendichtigkeit liegt in der Regel das größte Potential einer Nachbesserung der Fenster mit deutlicher Verbesserung des Raumklimas. Angestrebt wird ein a-Wert von < 1,0 m³/hm. Nach dem Forschungsbericht „Erhaltung der Kastenfenster durch gezielte Verbesserungsmaßnahmen"[67] wurde allein durch den Einbau einer Silikon-Schlauchdichtung am Innenfenster ein a-Wert von 0,8 m³/hm erzielt. Denkbar und geprüft ist auch der Einbau einer zweiten Dichtung am Außenfenster, sodass damit ein Gesamt a-Wert von 0,5 m³/hm erzielt werden kann. Jedoch muss man dabei die erste Regel zur Dichtigkeit beachten, die vorschreibt, dass es innen dichter sein muss als außen, um die Bildung von Kondenswasser zwischen den Fensterebenen zu vermeiden. Diese Regel ist bei zwei gleichwertigen Dichtungen kaum einzuhalten, daher wird im Folgenden diese Möglichkeit nicht weiter empfohlen.

Schalldämmung
Kastenfenster haben aufgrund ihrer doppelten Bauweise bereits gute Schallschutzeigenschaften, die deutlich über denen von isolierverglasten Einfachfenstern liegen. Ohne zusätzliche Maßnahmen wird ein Wert von 20–30 dB erreicht. Mit dem Einbau einer oben beschriebenen Schlauchdichtung kann dieser Wert noch um bis zu 10 dB verbessert werden.[68] Zusätzliche Maßnahmen sind für Kastenfenster nicht erforderlich.

Einbruchschutz
Ein Schutz gegen Einbruch ist nach Ansicht des Prüfinstituts Türentechnik und Einbruchsicherheit in Rosenheim bei Kastenfenstern bereits durch die Bauweise deutlich besser als bei Einzelfenstern. Auch die Art und Anzahl der historischen Beschläge wird bei guter Funktionsfähigkeit hoch eingeschätzt. Entscheidend für die Bewertung der Einbruchsicherheit ist die Zeit, die ein Einbrecher zum Öffnen eines Fensters benötigt. Diese liegt nach Messungen bei Kastenfenstern mit Fenstervorreibern 10-mal höher als bei isolierverglasten Einfachfenstern mit Rollzapfenverschluss.[69] Eine Empfehlung zusätzlicher Schutzmaßnahmen in bestehenden Fenstern erscheint daher nicht nötig. Im Gegenteil, auch aus Gründen der Sicherheit sollte man auch bei Fensterneubauten den Einsatz von Kastenfenstern mit den etwas höheren Anschaffungskosten in Betracht ziehen.

Foto 107.1. Fenster gliedern und prägen die Architektur in hohem Maße

Architektur
Die Ausgewogenheit der Architektur ist zwar kein technisch begründetes Kriterium, spielt aber in der Betrachtung und Bewertung des Gesamtbauwerkes eine besonders wichtige Rolle. Architektur darf man in diesem Zusammenhang nicht nur auf das Einzelbauwerk beziehen, sondern man muss die Siedlung in ihrem Gesamtbild sehen und verstehen, und das ist sehr heterogen und differenziert. Es sind in einer Siedlung, mitunter in einem Hof durchaus mehrere oben beschriebene Generationen von Fenstern erhalten. Sie alle haben in der Regel eines gemeinsam: Sie sind in handwerklicher Arbeit individuell für ein bestimmtes Haus gebaut worden und fügen sich ein in die Formensprache der ländlichen Architektur Siebenbürgens. Dies sollte mit Respekt anerkannt und für anstehende Bau- und Modernisierungsmaßnahmen berücksichtigt werden.
Leider ist mit den technischen Anforderungen und Möglichkeiten von heute ein Konflikt erzeugt worden, den es gar nicht geben muss. Dieser Konflikt kulminiert in der Architektur in dem Gegensatzpaar Denkmalpflege kontra Modernisierung. Besonders deutlich wird er in Bezug auf die Modernisierung der Fenster, die dann in der Regel den Anforderungen von Wärmeschutz und Co. zum Opfer fallen und neuen Isolierglasfenstern weichen müssen. Dabei sind die Belange der Denkmalpflege doch nicht auf wenige offiziell eingetragene Bauwerke beschränkt, sondern müssen überall dort greifen, wo man stolz auf sein hochwertiges Kulturerbe sein kann, wie dies in den Dörfern Siebenbürgens sicherlich der Fall ist. Gleichzeitig ist doch selbstverständlich jedem Hausbesitzer und Bewohner zuzubilligen, dass er es in seinen Wohnräumen gern warm und trocken hätte. Der Konflikt entsteht erst dann, wenn einerseits die Potentiale des überlieferten Erbes nicht erkannt werden und gleichzeitig durch unhaltbare Versprechungen der Industrie überzogene Raum- Flächen- oder Komfortansprüche aus dem Neubau auf die alten Häuser übertragen werden, und ungeeignete wie unverträgliche Bauweisen und Materialien empfohlen werden und zum Einsatz kommen.
Daher sollen und können gut erhaltene alte Holzfenster generell erhalten und, wo möglich, mit geeigneten Mitteln modernen Anforderungen an Wohnkomfort und Energieeinsparung angepasst werden.
Wenn dies nicht mehr möglich ist, sollten hochwertige Kastenfenster mit Dichtungen und guter Verglasung nach historischem Vorbild neu gebaut werden. Kastenfenster sind zwar in der Anschaffung teurer, technisch aber den Isolierglasfenstern überlegen. Sie bieten den Vorteil, dass sie in den Details wie den Abmessungen der Rahmen- und Sprossenhölzer und vielen anderen sehr viel besser zum historischen Erscheinungsbild passen. Auf eine Lebensdauer von vielen Jahrzehnten hin gesehen sind sie vermutlich deutlich preiswerter als Isolierglasfenster, insbesondere PVC-Fenster, deren Technologie sich ständig überholt, und die in der Regel nach deutlich kürzeren Lebenszeiten ausgetauscht werden müssen.

2. Fensterbankidylle

Typische Schäden an Einfach- und Doppelfenstern und ihre Ursachen

1. *Ausbrechende Kittfasen. Die Verbindung zum Wetterschenkel liegt frei.*

2. *Wetterschenkel und Verkittung sind vollständig verloren gegangen.*

3. *Ehemalige dicke Beschichtungen sind bis auf spröde und brüchige Reste abgewettert, das Holz ist vergraut und rissig.*

4. *Verwitterung und Abplatzen der Beschichtung, Ablösen der Dreiecksleiste.*

Alte Einfachfenster und Doppelfenster aus Holz zeigen prinzipiell die gleichen typischen Schäden an der Verglasung, den Holzteilen und den Bauwerksanschlüssen. Sie werden daher in diesem Abschnitt gemeinsam behandelt. Einfachfenster haben außerdem keine ausreichende Wärmedämmung und müssen für höhere zeitgemäße Nutzungen mit zusätzlichen Maßnahmen verbessert werden. Die Schäden werden hier ausführlich aufgeführt, weil sie zur Schadensanalyse führen als Voraussetzung für die Wahl der richtigen Reparatur. Grundsätzlich können alle Schäden behoben werden. Es ist in der Regel eine Frage des Schadensfortschritts, ob und wann es sich lohnt zu reparieren und wann ein Bauteil ersetzt werden muss. Pflege und Wartung ist daher immer die erste Wahl, Schäden und damit aufwendige Reparaturen zu vermeiden.

Schäden der Oberflächenbeschichtung

Schäden an der Oberflächenbeschichtung sind sehr vielfältig und haben diverse Ursachen. Dies betrifft im Übrigen alle Holzfenster, auch isolierverglaste.

- Diffusionsdichte Beschichtungen der Holzoberfläche verhindern den Feuchteausgleich zwischen Umgebungsluft und Holz. Blasenbildung, Ablösungserscheinungen und Risse in der Beschichtung folgen. Dieser Vorgang beginnt sehr schnell, wenn beim Bau der Fenster zu feuchtes Holz (über 12 % Ausgleichsfeuchte) verwendet wurde. Diffusionsdichte Oberflächenbeschichtungen führen aber langfristig immer zu Schäden.
- Zu dicke Farbschichten, sowohl bei der Erstbeschichtung als auch durch Erneuerungsanstriche, haben den gleichen Effekt und führen zu den gleichen Schäden. Sie verhindern allein durch ihre Dicke jeden Feuchteausgleich zwischen Umgebungsluft und Holz. Darüber hinaus behindern zu dicke Farbschichten die Funktion der beweglichen Teile (Foto 111.4+5). Gerade um die Beschläge herum wird die Farbe beim Streichvorgang besonders dick aufgetragen und behindert so die Beweglichkeit. Aber auch in Falzen behindern zu dicke Beschichtungen ein dichtes Schließen der Fenster.
- Rissbildung infolge Schwind- und Quelleigenschaften des Holzes, insbesondere bei zu feucht verbautem Holz oder bei Holzfehlern wie Harzgallen, Ästen etc. Auch durch den Elastizitätsverlust infolge Alterung kann ein feines flächiges Rissnetz entstehen, das dann zur Undichtigkeit der Beschichtung und zur Zerstörung der Holzoberfläche führt.
- UV-Strahlung zerstört Beschichtungen und Holzoberflächen, insbesondere an Querhölzern und an vorstehenden Teilen wie den Wetterschenkeln. Verstärkt wird die UV-Strahlung am Glasanschluss, weil sie hier vom Glas reflektiert wird und so doppelt auf das Holz einwirkt. Schäden entstehen durch die Auflösung der Bindemittel in den Beschichtungen, die dann mit Versprödung, Abkreiden und Auflösung der Beschichtung einhergeht. In der Folge führt die UV Strahlung zur Umwandlung des im Zellwandgefüge des Holzes enthaltenen Lignins in wasserlösliche Stoffe, die dann ausgewaschen werden. Zuerst zeigt das Holz dann bräunliche Flecken und vergraut dann zusehends (Foto 108.3). Die Holzoberfläche wird unter Beteiligung von Bläuepilzen ungleichmäßig abgebaut und bekommt eine den Jahresringen des Holzes folgende relieffartige Struktur. Eine tragfähige Grundlage für filmbildende Beschichtungen ist dann nicht mehr gewährleistet.[70] Die Pigmentierung hat großen Einfluss darauf, wie widerstandsfähig eine Beschichtung ist: Dunkle Farben absorbieren die Strahlung und führen zu starker Aufheizung und damit zu Spannungen, und Rissen in der Oberfläche. Lasierende Anstriche mit wenigen oder ohne Pigment lassen die UV Strahlung direkt auf die Holzoberfläche wirken, die Beschichtung löst sich ab und die Holzoberfläche wird wie beschrieben zerstört.
- Hagelschlag kann die Dichtigkeit von Beschichtungen zerstören. Die Schäden sind durch kleine kreisrunde oder ovale Eindrücke und Dellen erkennbar und betreffen ebenfalls hauptsächlich die waagerechten Hölzer und hervorstehende Teile. Auch dies führt zur flächigen Zerstörung der Oberfläche.
- Sekundäre Schäden durch defekte Oberflächenbeschichtungen sind die Zerstörung der Holzoberflächen infolge UV-Strahlung und Korrosion der Beschläge, die dann wiederum zu konstruktiven Schäden an der Befestigung der Beschläge im Holz und damit zum Funktionsverlust führen können.

Aus all diesen Schäden folgt, dass man großen Wert auf eine gute und langlebige Beschichtung der Fenster legen sollte. Es sollte eine dauerhaft elastische, diffusionsoffene und deckende Beschichtung in hellen Farbtönen gewählt werden.

Schäden an der Verglasung

- Glasbruch, Löcher und Fehlstellen im Glas, frühere Reparaturen mit zu kleinen oder gestoßenen Gläsern insbesondere in der inneren Flügelebene haben zwar oft nicht zu weiteren erheblichen Schäden an den Fenstern geführt, bedeuten aber Zug und erheblichen Wärmeverlust. Solche Scheiben müssen im Zuge einer Fenstersanierung ersetzt werden. Insbesondere die innere Flügelebene muss dicht sein.
- Verglasung mit außenliegenden Dreiecksleisten ohne Dichtstoffe muss man grundsätzlich als falsch ablehnen und durch fachgerechte Verkittung ersetzen. Die Verglasung mit Dreiecksleisten ist nicht winddicht, sie erzeugt Zugerscheinungen und Wärmeverlust. Außen dringt Schlagregen zwischen Leisten und Rahmenhölzer und führt dort zur Verrottung des Holzes, innen dringt Tauwasser zwischen Glasscheibe und Holz mit gleichen Folgen (Abb. 109.1; 111.1+2).
Die Verglasung mit Leisten stabilisiert die Flügelrahmen nicht wie die Verkittung, sondern destabilisiert sie. Mit den Bewegungen im Flügelrahmen lösen sich die Eckverbindungen, die Beschichtungen reißen in den Verbindungen. Nägel und Holznägel der Eckverbindungen „arbeiten das Holz aus", der Prozess der Destabilisierung beschleunigt sich.
- Rissige und brüchige Kittfasen lassen Wasser eindringen und führen zur Verrottung des Holzes. Wenn Wasser zwischen die Glasscheibe und die Kittfase dringt und gefriert, wird der wasserdichte Anschluss der Glasscheibe an die Kittfase vollends zerstört.
- Fehlende oder brüchige Kittvorlagen auf der Innenseite der Glascheiben führen zum Eindringen von Tauwasser und zur Verrottung des Holzes.

Schäden am Bauwerksanschluss

- Der Blendrahmen hat sich infolge Winddruck und/oder schwacher Befestigung im Mauerwerk verformt. Folgen sind ein undichter Bauwerksanschluss mit Zugerscheinungen und Wärmeverlust, sowie undichte (verzogene) Anschlüsse der Flügelrahmen.

Abb. 109.1.
Problembereiche am Holzfenster

Tauwasserbildung
Eindringende Feuchtigkeit
Feuchteschäden am Holz / Fäulnis, Verrottung, Befall

1. Ablösung des Wetterschenkel / Offene Fugen zwischen Rahmenholz und Wetterschenkel
2. Unter den Rahmen drückendes Regenwasser / Zu geringe Abtropfnut
3. Falscher Anschluss vom unteren Blendrahmen zum Brüstungsgesims → Eindringende Feuchtigkeit
4. Dreiecksleiste statt Verkittung schließt niemals wasserdicht: Feuchtigkeit zieht zwischen die Hölzer
5. Ablaufendes Tauwasser an der Scheibeninnenseite (betrifft die Oberseite aller waagerechten Hölzer
6. Tauwasser im Blendrahmen aufgrund fehlender Dichtigkeit
7. Tauwasser dringt in die Verbindungsfuge zwischen Blendrahmen und Fensterbank

2. *Schimmelbildung durch Kondensation an der Leibung.*

1. Mangelhafte Abdichtung zum Bauwerk.

2. Holzzerstörung am Übergang zum Putz durch Pilzbefall / dichte Beschichtung.

3. Am Brüstungsgesims vollkommen ummörtelter Blendrahmen.

4. Abgewetterte Beschichtung, offene Fuge zwischen Flügelrahmen und Wetterschenkel.

• Fehlende Dichtung zwischen Blendrahmen und Mauerwerk mit Zugerscheinungen.
• Offene Fugen zwischen äußerem Blendrahmen und Fassadenputz der Fensterumrahmung infolge Schwindung des Holzes mit der Gefahr, dass Schlagregen eindringen kann (Foto 110.1-2). Dies ist bei diffusionsoffenem Kalkputz keine große Gefahr, jedoch bei zementhaltigem Putz, weil dann die eingedrungene Feuchtigkeit nicht ausdiffundieren kann.
• Fehlerhafter Anschluss des unteren Blendrahmenholzes an die Sohlbank. Insbesondere nachträgliche Reparaturen der Sohlbank mit zementhaltigem Putz gegen das Blendrahmenholz führen zum Eindringen von Niederschlagswasser und zur Verrottung des Holzes (Foto 110.3).

Schäden an Blend- und Flügelrahmen
Die Schäden am Holz infolge schadhafter Beschichtung, Verglasung, und Einbau sind bereits genannt. Darüber hinaus gibt es auch Schäden, die in der Konstruktion der Fenster selbst begründet sind. Betroffen sind wie bei den anderen Schäden besonders die Querhölzer und hier die hervorstehenden Teile (→ Abb. 109.1).
• Nach oben stehende Nuten bei genuteten Verglasungen. Niederschlags- sowie Tauwasser dringt in die Nuten ein, kann nicht ablaufen und führt zur Verrottung des Holzes.
• Wetterschenkel, die am Flügelrahmen lediglich mit Nägeln angestiftet sind, lösen sich infolge der Bewegungen vom Rahmenholz. Wasser dringt in die Fuge und führt hier und im weiteren Verlauf im Falz des Blendrahmens zur Verrottung des Holzes.
• Seitlich in die kleine Fuge zwischen Blendrahmen und Wetterschenkel dringt Wasser in den Falz des Blendrahmens und führt zur Verrottung der unteren Eckverbindungen des Blendrahmens.
• Wetterschenkel haben keine ausreichende Wasserabreißnut. So gelangt Niederschlagswasser in den Falz des Blendrahmens (erf. Nutgeometrie Abb. 121.1).
• Blendrahmen oder Flügelrahmen haben sich verzogen und sind nicht maßhaltig. Die Beschläge schließen nicht mehr richtig, Falzfugen zwischen Blendrahmen und Flügelrahmen werden zu groß oder klemmen mit der Folge des Funktionsverlustes und Zugerscheinungen.
• Die Falze der inneren Flügelrahmenebene schließen nicht dicht. Folge: Zugerscheinungen, Wärmeverlust, Tauwasserbildung auf der Innenseite der äußeren Flügelrahmen.

Schäden an den Beschlägen
Die Ursachen für Schäden an den Beschlägen sind meistens in den oben genannten Schäden an der Beschichtung oder der Konstruktion zu suchen. Es gibt aber auch Schäden die auf die mangelhaften Beschläge selbst zurückzuführen sind.

Schäden von und an Isolierglasfenster
Die Schäden an Isolierglasfenstern und die, die sie im Bauwerk verursachen, sind zwar nicht so vielfältig, dafür aber umso schwerwiegender. Sie verändern die bauphysikalischen, raumklimatischen und bauwerkstypischen Eigenschaften oft grundlegend. Im Gegensatz zu den traditionellen Fensterformen sind die Isolierglasfenster relativ neu, sodass bislang die Schäden an den Fenstern selbst noch nicht so deutlich zutage getreten sind wie an den alten Fenstern. Jedoch werden die Schäden, die sie verursachen mitunter sehr deutlich.
Isolierglasfenster aus Holz können die gleichen typischen Schäden an den Bauwerksanschlüssen und den Beschichtungen zeigen wie einfach verglaste Fenster. Auch Isolierglasfenster aus Kunststoff werden von Bewetterung und UV-Strahlung beansprucht. Die Schäden an Kunststofffenstern aufgrund ihrer Materialeigenschaften sind:
• Die Längendehnung von Kunststoff ist um ein Vielfaches höher als die von Holz. Die Dehnungen in der Maueröffnung führen zu Abrissen, Zugluft und Wärmeverlust.
• Die elektrostatische Aufladung von Kunststoff zieht Schmutz an. Die Oberfläche vergraut und wird unschön.
• Versprödung der Oberfläche durch UV-Strahlung
• Keinerlei Feuchteausgleich des Fenstermaterials. Feuchtigkeit, insbesondere Tauwasser schlägt sich in den Falzen und Hohlräumen der Profile nieder mit der Folge von Schimmelbildung.

Im Folgenden werden die beiden wichtigsten Schadensgruppen hervorgehoben, die mit dem Einbau von Isolierglasfenstern verbunden sind:

Fotos Seite 111.
1.+2. Hölzerne Dreiecksleisten sind als Ersatz einer Verkittung nicht geeignet.

3. Schadensverstärkende „Reparatur" einer Verkittung mit Silikon.

4.+5. Funktionsverlust und Schäden an den Beschlägen sind oft die Folge zu dicker Beschichtungen.
4. Völlig zugesetzter Fensterfeststeller, vollständiger Funktionsverlust.
5. Ein ausgebrochenes Fitschenband führt zu Undichtigkeit und zum Klappern des Flügels.

Schäden an Isolierglasfenstern aufgrund ihrer Bauweise
• Im Altbau, insbesondere wo ursprünglich Doppelfenster eingebaut waren, besteht durch den Einbau von Isolierglasfenstern mit ihrer geringen Bautiefe die Gefahr von dauerhafter Tauwasserbildung an den Mauerwerksleibungen im direkten Anschluss an die Blendrahmen (→ Bewertungskriterien – Tauwasser). In der Folge bildet sich Schimmel und ein ungesundes Raumklima.
• Tauwasserbildung im Randbereich der Verglasung durch die Kältebrücke Abstandshalter (→Bewertungskriterien – Tauwasser).

Schäden, die durch den Einbau von Isolierglasfenstern verursacht werden.
• Isolierglasfenster haben weitaus größere Profilquerschnitte als einfach verglaste Fensterkonstruktionen. In der Fensteransicht ist also der Holzanteil deutlich größer und die Glasfläche entsprechend kleiner als bei dem einfach verglasten Fenster gleicher Einbaugröße. Angesichts der traditionell kleinen Fensteröffnungen wird mit dem Einbau eines Isolierglasfensters die Belichtung des Innenraumes sehr viel ungünstiger.
• Wird, um diesen Nachteil zu umgehen, die Maueröffnung vergrößert, bedeutet dies einen unzulässigen Eingriff in die bauliche Substanz des Hauses. Das weiche Mauerwerk und insbesondere die Fensterstürze werden schwer geschädigt. Eine solche Maßnahme ist in der Regel nicht genehmigungsfähig und darf nicht geplant werden (→S. 52).
• Beide vorgenannten Fälle stellen in geschlossenen Straßenzügen einen erheblichen gestalterischen Eingriff dar und stören die Architektur des Straßenbildes in unzulässiger Weise.

Vorher Nachher

6.–8. Die zerstörerische Wirkung auf das architektonische Erscheinungsbild ist offensichtlich. Um so ärgerlicher, wenn dies ohne Not geschieht, und reparable, gut erhaltene Fenster neuen, oft schlechteren Fenstern weichen müssen.

Leitfaden für Reparatur und Aufarbeitung alter Holzfenster

Abb. 112.1. Orientierungsplan mit Eintragung der Räume, Fenster und Türen

2.+3. Ausgebaute und geborgene Fenster sollen fast senkrecht und eben stehend möglichst auf Leisten gelagert werden.

4. Schlechte Lagerung führt zum Glasbruch, zum Verziehen und zur Zerstörung.

Im Folgenden werden die Arbeitsschritte und Techniken beschrieben, alte Holzfenster, insbesondere Doppelfenster zu reparieren und instand zu setzen. Die beschriebenen Arbeitsschritte folgen bewährten Techniken, sind wissenschaftlich erforscht und gelten auch heute noch als Stand der Technik. Bei richtiger Anwendung führen diese Reparaturarbeiten zu einem fachgerechten und guten Ergebnis, um alte Fenster noch für Jahrzehnte voll funktionsfähig zu erhalten.[71]

Vor jeder Maßnahme zur Verbesserung steht zunächst die Wartung und Pflege. Die alljährliche Reinigung der Fenster gerade auch in den Anschlüssen und Falzen, das Prüfen der Funktionsfähigkeit beweglicher Teile und Beschläge trägt zu einer langen Lebensdauer bei.

1. Fenster begutachten

Zuerst müssen die Fenster einer eingehenden Begutachtung unterzogen und auf die oben beschriebenen Schäden untersucht werden:

Welcher Konstruktionsart sind die Fenster? Einfachfenster, Kastenfenster mit oder ohne Futterkasten, Kreuzstockfenster? Mit oder ohne Kämpfer und Pfosten? Welche Schlagrichtung haben die Fenster? Wie ist die Verglasungsart – eingeschoben in eine Nut – Glasfalz innen – Glasfalz außen? Sind die Glasscheiben verkittet oder mit Leisten gehalten?

Wie schließen die Flügel? Sind sie fest und stabil? Welcher Art sind die Beschläge? Sind sie funktionsfähig? Sitzen die Flügel leichtgängig und ohne zu verkanten in den Blendrahmen? Sind die Scharniere fest und stabil? Schließen die Verschlüsse einwandfrei? Greifen die Stangen bei Stangenverriegelungen gleichmäßig oben und unten in die Schließösen ein? Sind die Fensterflügel verzogen?

Ggf. müssen nur die Beschläge gerichtet oder nachgebessert werden?

Wie ist der Zustand der Hölzer, insbesondere an der Außenseite? Verwitterungsgrad, insbesondere der Wetterschenkel und der unteren Querhölzer. Ist das Holz fest oder weich und morsch? Sind Hölzer gespalten, rissig oder gebrochen? Ist ein Insektenbefall erkennbar?

Welcher Art und in welchem Zustand ist die Beschichtung? Gibt es mehrere Farbschichten? Ist die Beschichtung noch dicht oder gibt es Abblätterungen, Risse und Abplatzungen der Beschichtungen? Gibt es Blasen unter der dichten Beschichtung?

Verglasung: Sind einzelne Glasscheiben zerbrochen? Welche Stärke und Qualität hat das Glas? Gibt es Schlieren, Blasen, Verwerfungen im Glas? Sind die Kittfasen noch geschlossen und dicht? Ist der Kitt bröckelig und rissig?

In welchem Zustand sind die Blendrahmen? Sitzen sie fest im Putz bzw. am Mauerwerk? Wie sind die Abdichtungen zum Mauerwerk? Gibt es erkennbare Undichtigkeiten? Sind einzelne Hölzer geschädigt?

Zur fachgerechten Beurteilung all dieser Fragen sollte frühzeitig ein erfahrener Architekt oder eine Fachorganisation der Altbausanierung zur Beratung hinzugezogen werden. Die weiteren Maßnahmen der Fenstersanierung sollten dann ebenfalls vom Architekten oder einem kompetenten Bauleiter begleitet werden, insbesondere für das Anlegen eines Orientierungsplanes oder Raumbuches, für die Organisation der Baustelle, die fachgerechte Lagerung der ausgebauten Teile und für die fachgerechte und richtige Arbeitsweise.

2. Anlegen eines Orientierungsplanes

Wenn Art und Umfang der Verbesserungsmaßnahmen festgelegt sind, muss vor dem Ausbau ein Orientierungsplan für die zu reparierenden Fenster und Türen mit Nummerierung angelegt werden. Anders als in Abb. 112.1 dargestellt, kann dies eine einfache vor Ort angefertigte Handskizze sein. Alle ausgebauten und abmontierten Teile wie Flügelrahmen, Beschläge und Gläser sollen mit dieser Nummerierung versehen werden. (Bewährt hat sich das Einritzen der Nummerierung oben im Falz, so können die Bezeichnungen nicht verloren gehen).

Das Anlegen eines Orientierungsplanes sowie gründliche Arbeitsvorbereitungen mögen von manchem als unnötiger Mehraufwand gesehen werden. Sie sparen aber am Ende sehr viel Zeit, weil Fehler, aufwendiges Zuordnen von Einzelteilen und unbeabsichtigte Zerstörungen so vermieden werden können.

Wenn die Renovierungsarbeiten einen größeren Umfang haben, empfiehlt sich das Führen eines sog. Raumbuches, in dem auch die Fenster einzeln gekennzeichnet und in ihrem Bestand und ihrem Schadensbild beschreiben sind.

3. Arbeitsvorbereitungen

Reparaturarbeiten an Fenstern sollen grundsätzlich von spezialisierten und altbauerfahrenen Handwerkern (Tischler, Schlosser, Blechner, Glaser, Maler) durchgeführt werden. Zu groß ist die Gefahr von Fehlern mit teuren und unerfreulichen Folgen und irreparablen Schäden. Dabei ist es jedoch vorteilhaft, die Reparatur in die Hände eines Betriebes zu legen, der diese verschiedenen Gewerke vereint, um spätere Streitigkeiten um Kompetenzen, Bezahlung oder Fehler zu vermeiden. Gleichwohl können einige Arbeitsgänge, insbesondere das sehr zeitaufwendige Entfernen von Altanstrichen und das tägliche Reinigen der Baustelle auch von Laien wie Bauherren und deren Helfer unter Anleitung gemacht werden.

Vorzugsweise werden die Fenster vor Ort repariert. Nur in Ausnahmefällen ist es erforderlich, die ausgebauten Teile in einer Werkstatt zu bearbeiten. Im Hause muss ein geeigneter Raum für den Arbeitsplatz hergerichtet werden. Die ausgebauten Fenster müssen waagerecht und eben liegen. Sie sollen sich nicht verziehen und nicht verkanten. Am besten eignen sich stabile Arbeitsböcke mit kräftigen Leisten, auf die die ausgebauten Fensterflügel gelegt werden. Die Ebene kann man mit einfachem Fluchten über die Leisten prüfen. Dieser Arbeitsplatz soll möglichst von allen Seiten zugänglich sein.

Wichtig ist eine gute Lagerung der ausgebauten Fensterflügel, sodass sie sich nicht verziehen oder brechen können. Sie sollen möglichst senkrecht auf parallelen Lagerleisten in einem trockenen Raum zur weiteren Bearbeitung gelagert werden (Fotos 112.2+3). Demontierte Beschläge sollen in einem Regal für jedes Fenster zusammengefasst liegen.

4. Ausbau der Fensterflügel

Unter der Kennzeichnung der Einzelteile nach dem Orientierungsplan können dann die Flügel herausgenommen werden. Es ist ratsam, zunächst nur eine Flügelebene auszubauen (nur die inneren oder nur die äußeren Fenster), um das Haus auch während der Reparaturphase geschlossen und geschützt zu halten. Bei einer großen Anzahl von Fenstern empfiehlt es sich außerdem, nur so viele Teile auszubauen, wie sie in vernünftigen Arbeitsschritten zusammengefasst und bearbeitet werden können.

Für die Reparatur von Fenstern bedarf es eines umfangreichen Sortiments an Werkzeugen und Materialien:

Handwerkzeug:	
- Meterstab, Bandmaß	Etalon, Ruleta
- Bleistift	Creion
- Winkel	Unghi
- Lineal, Richtleiste	Rigla,introducerea bar
- Arbeitsböcke	
- Mobile Werkbank mit Einspannvorrichtung	Banc de lucru /mobile de prindere
- Zwingen, diverse	
- Mobiler Werkzeugkasten mit Handwerkzeug:	Setul de instrumente mobilier cu unelte de mana
- Schraubendreher, verschiedene	Surubelnita, diverse
- Schraubendreher geschliffen zum Freilegen von Schraubenschlitzen	
- Hammer, 150 g, 250 g	Ciocan,150 g, 250 g
- Kombizange	Patent
- Kneifzangen, verschiedene Größen	Cleste
- Nagelheber, klein	
- Splinttreiber/Durchschlagdorn, verschiedene Durchmesser	
- Versenker	
- Stecheisen 4-8-12-16-20 mm	Dalta 4-8-12-16-20mm
- Klopfholz	Ciocan de lemn
- Abziehstein	Tocila
- Ziehklingen, Schabeisen, diverse Formen und Größen	Raclete, Screpere
- Spachtel, verschiedene Breiten	Spatula / Spaclu, diverse
- Hobel	Rindea
- Falzhobel	Rindea pt. Falzul
- (Grundhobel)	
- (Profilhobel)	Rindea de profil
- Absetzsäge	Ferastrau mare
- Feinsägen, verschieden	Ferastrau mic
- Gehrungsschablone	Sablare bloc
- Schleifklotz	Bloc din lemn pt. smighel
- Pinsel, diverse	Pensula ,diverse
- Glasschneider	Diamant pentru taiat sticla
- Glashobel	Rasuitor geamuri
- Kittmesser	Cutit chit
Geräte:	**Aparate:**
- Bohrmaschine mit Zubehör	Masina de gaurit cu accesorii
- Bohrersatz Holzbohrer	Rata de foraj din lemn de gaurit
- Bohrersatz Metallbohrer	Rata de metal a burghiului
- Handkreissäge	ferastrau circular manual
- (Oberfräse mit diversen Fräsern)	
- Dichtungsfräse	
- (Mobile Hobelmaschine)	mobil masina de rindeluit
Materialien:	**Materiale:**
- Keile	Pene
- Sandpapier 80er-100er Körnung	Smirghel
- Stahlwolle, Polierpads	
- Nägel, diverse	Cuie
- Schmiedenägel, diverse	
- Schrauben, diverse (keine Kreuzschlitzschrauben)	Surub, diverse
- Glaserstifte, feine Nägel ohne Kopf	Ace ptr fixat sticla ,cui fin fara cap
- Feine Holzstäbchen für Verklotzung	latisori din lemn pentru fixare sticla
- Leinöl – Fensterkitt	Ulei de in - chit pentru ferestre
- Schlämmkreide	Creta de munte
- Leim (Fensterleim D3)	Aracet D 3 pentru ferestre
- Entfetter, Alkohol, Waschbenzin	Degrasant
nach Bedarf:	**Sa solicite:**
- Holz gleicher Art und möglichst gleichen Alters für Reparaturen	Lemn de arta aceeasi pentru reparatii
- Glas im Zuschnitt	Sticla taiata la dimensiune
- Abbeizer	decapant pt. Vopsea (Super Kromofag)
- Leinöl	Ulei de in
- Standölfarbe	Vopsea pe baza de ulei de in
- Terpentin	
- Beschläge nach Befund	Amenajarea in conformitate cu constatarile
- Winkel, Nägel, Verbindungsmittel nach Befund	Cui, Unghi de conectare in conformitate cu constatarile
- Schlauchdichtung	Silikon, banda de sigiliu / Garnitura

Es folgt die gründliche Reinigung der Fenster von Schmutz und Nägeln, der Ausbau loser und zerbrochener Scheiben, Entfernen von Glas- und Kittresten aus den Kittfalzen. Die Falze müssen für eine neue Verglasung sehr gründlich bis auf das feste Holz ausgeräumt werden (Foto 118.1), gleichzeitig sollen Holz und erhaltene Glastafeln unbeschädigt bleiben.

5. Entfernen alter Farbanstriche

Alte Farbbeschichtungen sind sehr häufig nicht mehr erhaltenswert. Meistens finden sich verschiedene Anstriche übereinander, die eine solch hohe Schichtdicke erreichen, dass das Holz vollkommen diffusionsdicht abgeschlossen und aus diesem Grund zu Schaden gekommen ist. Solche Schichtdicken behindern auch das Schließen der Fenster in den Falzen und die Gängigkeit von Beschlägen. Häufig sind auch unterschiedliche und unverträgliche Anstrichsysteme (z. B. Öl- und Kunstharzfarben) übereinander aufgetragen worden mit der Folge von Blasenbildung, Abblättern und sehr ungleichmäßigen Abwitterungen.
In der Regel ist es daher ratsam, die alten Beschichtungen vollständig bis auf das Holz zu entfernen, dies auch, um mit einem neuen diffusionsoffenen System eine längere Lebensdauer des renovierten Fensters zu gewährleisten (Fotos 114.1-4).
Grundsätzlich kann man drei Möglichkeiten unterscheiden, die Oberfläche instand zu setzen:

1. Wartungs oder Überholungsanstrich

Diese Variante kommt dann zum Einsatz, wenn der Altanstrich noch gut und dicht ist, keine Blasen wirft und das Holz darunter gesund ist. Dann ist es vollkommen ausreichend, den Altanstrich mit Schleifpapier aufzurauhen, den Schleifstaub zu entfernen und mit einem neuen Deckanstrich oder Grund- und Deckanstrich zu behandeln. Die Verträglichkeit des neuen Anstrichsystems (Öl-, Alkydharz- oder Acrylfarbe) mit dem alten sollte mit einem genügenden Zeitraum vorab erprobt und nachgewiesen werden.

2. Erneuerungsanstrich

Bei einem Erneuerungsanstrich muss die Farbe weitgehend entfernt werden. Dies ist dann der Fall, wenn der Altanstrich stark oder sehr unterschiedlich geschädigt ist und wenn mit vergangenen Renovierungsanstrichen die Schichtdicke so stark ist, dass das Fenster nicht mehr dicht schließt oder die Beschläge nicht mehr gut funktionieren. Die alte Farbe lässt sich entweder mit einen Heißluftgerät erweichen und dann mit dem Spachtel abziehen oder aber mit einem nichtalkalischen Abbeizer anlösen und dann ebenfalls mit Spachtel und Ziehklinge entfernen. In beiden Fällen müssen auch profilierte Klingen entsprechend den Rahmenprofilen eingesetzt werden. Und in beiden Fällen muss sehr sorgsam vorgegangen werden, um einerseits die Kanten nicht zu verbrennen und andererseits die ätzenden Rückstände vollständig zu beseitigen. Ein gründliches Nachwaschen mit reichlich Wasser ist daher unverzichtbar. Diese Instandsetzungsvariante berücksichtigt, dass in den meisten Fällen der ursprüngliche Grundanstrich nicht vollständig entfernt werden kann, weil er tief in die Holzstruktur eingedrungen ist. Sie geht von einem Neuanstrich mit einem deckenden System aus. Nachdem das Holz getrocknet ist und die Ausgleichsfeuchte wieder angenommen hat, kann es geschliffen, ausgebessert und mit Grund- und Deckanstrich neu behandelt werden.
Die Holzoberfläche kann mit einem Kitt, der auf das nachfolgende Anstrichsystem abgestimmt ist, ausgebessert werden, z. B. mit Leinölkitt bei einem anschließenden Anstrich mit Ölfarbe. Auch dies soll sehr sparsam gemacht werden. Kratzer und Gebrauchsspuren können unbehandelt bleiben, kleine Löcher und Fehlstellen lassen sich gut mit Kitt schließen.

3. Lasuranstrich

Immer dann, wenn das Fenster holzsichtig bleiben und mit einem transparenten Lasuranstrich behandelt werden soll, müssen alle Farbschichten, auch die Grundierung gründlich entfernt werden. Das Verfahren ist zunächst so wie oben beschrieben, zusätzlich müssen aber auch die restlichen Farbpartikel und die Grundierung entfernt werden, vorzugsweise durch Abbeizen in einem weiteren Arbeitsgang. Eine gründliche Nachreinigung mit Wasser ist obligatorisch, alternativ kann auch Alkohol verwendet werden, das Holz wird dann weniger feucht, und die Trocknungszeit vor dem

Fotos Seite 114.

1.–3. Abziehen der alten Beschichtungen mit Abbeizer, verschiedenen Spachteln, Schabeisen und Ziehklingen. Der Vorgang muss für die einzelnen Farbschichten wiederholt werden.

Profile und Falze müssen sorgfältig ausgeräumt werden, ohne das Holz zu verletzen.

Vorsicht mit alkalischen Abbeizern, sie können die Holzstruktur angreifen.

Daher immer zuerst Proben machen!

Schleifen kann verkürzt werden. Auch bei einem anschließenden Lasuranstrich können und sollen Gebrauchsspuren wie Kratzer sichtbar bleiben. Sie gehören zum Erscheinungsbild eines alten Fensters wie die Falten im Gesicht eines alten Menschen.
Wenn auch ein Lasuranstrich oder sogar eine vollkommen transparente Endbehandlung der Fenster heute wieder Mode wird, so ist doch in allen Forschungen nachgewiesen, dass ein deckender Anstrich das Holz deutlich besser und dauerhafter insbesondere vor der schädlichen UV Strahlung schützt. Empfohlen und weiter unten beschrieben wird daher ein Neuanstrich mit Standölfarbe. Grundsätzlich kann aber jedes diffusionsoffene Anstrichsystem verwendet werden. Aufbau und Reihenfolge der Schichten und Arbeitsgänge muss dann nach Herstellerangaben durchgeführt werden.

6. Reparatur der Holzteile

Die Reparatur, auch stellenweise, und der Austausch von einzelnen Hölzern in einem konstruktiven Verbund wie dem eines Fensterrahmens ist seit jeher als geeignete und kostengünstige Methode gesehen worden, Holzbauteile zu erhalten und ihre Lebensdauer zu verlängern. Auch heute sehen wir in der Reparatur alter Fenster eine geeignete Methode, sie technisch-funktional wieder für einen langen Zeitraum fit zu machen und gleichzeitig historische Bausubstanz zu erhalten. Die Reparatur an den Hölzern eines Fensters setzt allerdings ein gutes Verständnis der Funktionsweise der Fenster voraus und erfordert handwerkliches Geschick, gutes und geeignetes Handwerkszeug und einen aufgeräumten und stabilen Arbeitsplatz.
Je nach Befund muss zunächst das zu reparierende Bauteil in seine Einzelteile zerlegt werden. Eckwinkel und Winkelbänder müssen vorsichtig abgehoben und zum Wiedereinbau aufbewahrt werden, auch Schrauben und geschmiedete Nägel. Dann werden die Holznägel der Eckverbindungen vorsichtig mit einem Dorn gleichen Durchmessers herausgeschlagen. Auch sie können später wieder verwendet werden. Sodann lassen sich die Eckverbindungen leicht auseinanderziehen, und zwar auf dem ebenen Tisch liegend. Die Teile müssen gekennzeichnet sein, um sie später in der gleichen Anordnung wieder zusammensetzen zu können. Nun lassen sich die einzelnen Hölzer reparieren, können in eine Werkbank eingespannt und bearbeitet werden.
Für die Verleimungen kann ein konventioneller wasserfester Weißleim (D3) verwendet werden. Ein fugenloser genauer Pass der zu verbindenden Teile ist dann ebenso Voraussetzung für ein gutes Ergebnis wie eine gute Einspannung über mehrere Stunden mit Zwingen oder in der Werkbank. Heute sind auch wetterfeste PU-Leime im Handel, fugenfüllend und mit kürzeren Abbindezeiten.
Es lassen sich mehrere Arten von Holzreparaturen unterscheiden:

Verleimung von Brüchen und Rissen

Brüche und Risse im Holz entstehen meistens längs zur Faserrichtung, und zwar in der Regel dann, wenn die Fasern nicht parallel, sondern geneigt zum geschnittenen Holz verlaufen. Späne können sich dann abheben bis hin zum diagonalen Bruch des Bauteils. Solche Risse können mit einem Keil aufgespreizt, ausgeleimt und verpresst werden.

Ausspanen größerer Fehlstellen

Das Einleimen von Holzleisten, Flicken bis hin zu ganzen Fensterprofilen ist für eine ganze Reihe von Schäden eine gute Möglichkeit der Reparatur:

- Sehr breite Fugen zwischen Blend- und Flügelrahmen können mit einer schmalen Leiste geschlossen werden, die in den zuvor eben ausgehobelten Falz eingeleimt wird.
- Ausgebrochene Späne können ebenfalls zunächst rechtwinklig ausgefräst oder ausgesägt, am Grund mit dem Simshobel geglättet und dann mit einem Neuen Span ausgeleimt werden.
- Ausbrüche, größere Fehlstellen oder verrottete Teile von Rahmen können mit einen Ersatzstück ergänzt werden. Bei diesen Reparaturen muss man darauf achten, dass die Schultern, die Stöße der zu verbindenden Hölzer niemals senkrecht zur Faser geschnitten werden, sondern immer in einem Winkel von mind. 30°, besser 45°. Durch den keilförmigen Zuschnitt der Ersatzhölzer lässt sich auch eine stramme, passgenaue Stoßverbindung herstellen. Eine ebene, fugenlose und passgenaue Verbindungsfläche ist Voraussetzung für eine stabile Verleimung. Die Ersatzhölzer sollen etwas di-

1. Herausschlagen des Holznagels mit einem passenden Splinttreiber.

2. Zerlegen des Fensterflügels in seine Einzelteile oder

3. Herauslösen nur einzelner Glieder je nach dem Reparaturbedarf.

4. Besondere Sorgfalt und Mühe macht das Abziehen des Blendrahmens im eingebauten Zustand, insbesondere an Profilecken wie hier dem Abschluss des Kämpferprofils.

Anschiftungen, neuer Wetterschenkel

cker bemessen werden, sodass sie zum Schluss auf das genaue Maß des Originalholzes gehobelt und gearbeitet werden können.

- Das Gleiche gilt auch für Reparaturen des gesamten Rahmenprofils, wenn z.B. senkrechte Rahmenhölzer „angeschuht“ werden. Die Reparaturverbindung wird dann mit Überblattung oder Schlitz und Zapfen hergestellt. In jedem Fall müssen die Schultern schräg eingeschnitten und sollten auf der Außenseite auch schräg unterschnitten werden.

Reparatur von Verbindungen

- Lose sitzende Zapfen können mit einem aufgeleimten Span oder Furnierstreifen verstärkt werden.
- Wenn ein Zapfen insgesamt verrottet, gespalten oder unbrauchbar geworden ist, kann er durch einen neuen „Falschen Zapfen“ ersetzt werden.

Ersetzen von einzelnen Hölzern (Wetterschenkel)

Wie der Name schon zum Ausdruck bringt, sind die Wetterschenkel den Wetterbelastungen am meisten ausgesetzt und daher häufig zuerst geschädigt. Oft ist das gesamte Holz derart morsch, dass es ersetzt werden muss. Wenn mehrere Fenster im Hause instand gesetzt werden sollen, empfiehlt es sich, das Profil des Wetterschenkels gleich in größeren Längen herzustellen und für die Fenster dann einzeln zuzuschneiden. Ein konstruktives Defizit haben Fenster, bei denen der Wetterschenkel ohne konstruktiven Verbund stumpf auf den Flügelrahmen genagelt wurde. Diese Verbindung löst sich sehr häufig im Laufe der Zeit, Wasser dringt in den feinen Spalt und lässt das Holz schneller verrotten. Die beste Reparaturvariante ist in diesem Fall, nachträglich eine Nut in das untere Rahmenholz einzufräsen und einen neuen Wetterschenkel mit Feder einzubauen. Alternativ kann der neue Wetterschenkel aber auch mit einem fugenfüllenden wetterfesten Leim angesetzt werden.

Es sind aber nicht nur die Wetterschenkel, sondern alle Querhölzer im Fenster stark von Wetter und UV-Strahlung beansprucht, also die unteren Rahmenhölzer, Kämpfer und Sprossen. Wenn diese Teile stark geschädigt sind, müssen sie komplett ausgetauscht werden. Sie sollen dann in ihren originalen Abmessungen

Fotos Seite 116.

1.+2. *Holzreparaturen sollen mit der gleichen Holzart und der gleichen Feuchte vorgenommen werden. Die Reparaturstücke sollen sich auf die schadhaften Stellen beschränken und in schrägen Anschnitten an die alten Hölzer gefügt werden, weil nur so eine dauerhafte Verleimung möglich ist.*

3. *Neues Wetterschenkelprofil nach Befund aus Eichenholz, jedoch mit etwas ausgeprägterer Abtropfnut (gem Abb. 121.1. links) Es ist Vorteilhaft, den Wetterschenkel mit einer Feder auszubilden, die in eine Nut des Rahmenholzes eingeleimt wird, weil diese Verbindung passgenauer, dauerhafter und dichter wird.*

4. *Die Feder ist abgesetzt und der Wetterschenkel zum Verleimen vorbereitet.*

5. *Verleimen des Wetterschenkels mit dem Rahmenholz.*

Reinigung und Reparatur der Beschläge

und Profilierungen aus trockenem Holz (wenn möglich gleichen Alters) neu hergestellt werden (Foto 125.1). Die Messersätze bzw. Fräser sind heute für nahezu alle gängigen Profile erhältlich. Besondere Anerkennung gebührt aber dem Schreiner, der die alten Profilhobel für diesen Zweck noch zu benutzen versteht.

7. Reparieren und Ergänzen von Beschlägen und Metallteilen

Die Reparatur von Metallbeschlägen hängt sehr vom Art und Grad ihrer Schädigung ab. Auch ihre Funktion im Fenster bestimmt, ob und wie sie bei einer Renovierung der Fenster bearbeitet werden sollten. Man kann nach der Funktion unterscheiden:

Beschläge zum Befestigen und Verbinden

Hierzu zählen Bankhaken, Maueranker und Verbindungsbleche zur Befestigung des Blendrahmens im Mauerwerk ebenso wie Eckwinkel am Flügelrahmen (vergl. auch Abb. 203.1).

Die Beschläge zum Bewegen der Flügel brauchen eine feste Drehachse in Form eines Stifts oder Dorns und bestehen aus zwei Teilen, eines am Blendrahmen, das andere am Flügelrahmen befestigt. Mitunter sind auch kleinere Einzelflügel zur Belüftung an größere Flügel geschlagen. Bereits in der Gotik kannte man das Winkelband mit Stützkloben. Seit Ende des 19. Jh. ist das Fitschenband verbreitet. Beide Formen findet man bei alten Kastenfenstern.

Beschläge zum Verriegeln

Die älteste Form der Verriegelung ist der Vorreiber, der vermutlich schon in vorchristlicher Zeit bekannt war und in seiner ursprünglichen Form bis heute an alten Fenstern zu finden ist.

Sehr verbreitet ist heute auch der Stangenverschluss mit einem Getriebe in der Mitte des Fensters und verdeckt in der Schlagleiste liegenden Verschlussstangen, die in Blechösen am unteren Blendrahmen und am Kämpfer eingreifen.

Zu den Verriegelungen gehören aber auch die Sturmhaken, die nach außen aufschlagende Flügel in geöffnetem Zustand fixieren, und die Zufallssperren für nach innen aufschlagende Flügel, die mit einem Federverschluss in die Fensterbänke eingearbeitet sind.

Eine Instandsetzung der Beschläge richtet sich nach den jeweiligen Gegebenheiten, denn der Schadensfall kann sehr unterschiedlich sein. In jedem Fall empfiehlt es sich, die Beschläge gründlich zu reinigen und von Farbschichten zu befreien. In einer zu dicken Beschichtung verschiedener Anstriche übereinander liegt sehr häufig die Ursache für Schäden und Funktionsverlust bei Beschlägen. Oft können Fenster mit zu dicken Beschichtungen nur noch mit einem hohen Kraftaufwand auf die Beschläge bedient werden. Die Folge ist erhöhter Verschleiß und Bruch.

Grundsätzlich können für die Entfernung von Altanstrichen die gleichen Verfahren wie oben beschrieben angewendet werden: Heißluft und Abbeizer. Eisenteile können mit Draht- und Messingbürste gereinigt werden, auch maschinell rotierende Bürsten können zur Reinigung eingesetzt werden. Beschläge aus Messing und Weichmetallen sollten vorsichtig mit weichen Bürsten behandelt werden Abbeizer können z. B. bei Messingbeschlägen eine Auflösung der Zinnbestandteile in der Legierung bewirken. Hier ist Vorsicht geboten, und man sollte vor einem Arbeitsgang die Verträglichkeit durch Proben prüfen.

Ein Ausbau ist nur dann nötig, wenn die Mechanik verdeckt liegt und nicht mehr funktioniert, wie dies bei den Zufallsperren häufig der Fall ist. Meistens hilft ein gründliches Reinigen und Ölen der beweglichen Teile. Wenn Teile gebrochen sind oder fehlen, wird die Reparatur schwierig. Meistens ist der Aufwand sehr groß, solche Teile nachzubauen oder zu reparieren. Da es sich bei den Beschlägen aber häufig um industriell gefertigte Teile handelt, kann man entsprechende Teile an anderen, nicht mehr reparaturfähigen Fenstern finden. Für spezialisierte Handwerker lohnt es sich daher, ein entsprechendes Ersatzteillager anzulegen.

Mitunter gibt es auch bei den Beschlägen Defizite, indem sie falsch angebracht sind oder Teile fehlen. Besonders häufig findet man Vorreiber, die ohne Streichdraht angebracht sind, sodass das Holz schon deutlich abgerieben ist. Mitunter ist der Vorreiber durch einen umgebogenen Nagel ersetzt. In solchen Fällen ist eine Nachrüstung mit einem Streichdraht oder geschmiedetem Streichbeschlag sehr wirkungsvoll und einfach zu machen (z. B. beim Fenster Foto 103.9).

Fotos Seite 117.

1.+2. *Auch Beschläge aus Metall müssen von Farbschichten befreit und mit Drahtbürsten gründlich gereinigt werden. Bewegliche Teile müssen gangbar gemacht und geölt werden.*

3.+4. *Zierbeschläge aus Messing sollen nicht mit Farbschichten überstrichen werden, sondern sichtbar bleiben. Sie können mit einem Polierpad wie neu aufpoliert werden.*

1. *Reparierter und für die Verglasung vorbereiteter Rahmen. Auch im Falz ist ein Reparaturholz eingeleimt worden.*
2. *Eindrücken der Glastafel in die Kittvorlage im Falz.*
3. *Fixieren des Glases mit Glaserdraht.*
4. *Fertig gezogene Kittfase mit Bergkreide abgefegt.*

8. Vorbehandlung für Verglasung und neue Beschichtung

Das gesamte Holzprofil gründlich reinigen. Alte Kitt- und Farbreste, Nägel, Staub und Schmutz mit einem Stecheisen oder Ziehklinge rückstandsfrei abziehen, abbürsten und ausblasen oder absaugen.

Insbesondere die Glasfalze müssen sehr gründlich bis auf das Holz gereinigt werden. Es dürfen keine deckenden Farbanstriche vorhanden sein, weil dies die Haftung und den Trocknungsprozess des Kittes beeinträchtigen würde.

Gut schleifen mit Sandpapier Körnung 80, Feinschliff mit Körnung 100.

Staub und Rückstände abbürsten und mit einem feuchten Tuch vollständig entfernen. Die nachfolgenden Beschichtungen brauchen einen festen, staubfreien und ph-neutralen Untergrund. Deswegen ist es unbedingt erforderlich, die Reste von Abbeizern und ggf. Laugen gründlich mit Wasser abzuwaschen, und das Holz dann gut trocknen zu lassen.

Alle neuen Hölzer wie Ersatzstücke, Reparaturhölzer, Ausspanungen, und auch neu hergestellt Konstruktionselemente im alten Holz wie die Vertiefung von Falzen, nachgehobelte Stellen, neu eingefräste Dichtungsnuten müssen zuerst mit Bläueschutz behandelt werden, insbesondere wenn es sich um Nadelhölzer handelt.

Dann folgt das Aufbringen einer Grundierung entsprechend dem neuen Beschichtungssystem. Hier wird eine neue Beschichtung ausschließlich mit Standölfarben oder nur mit pigmentiertem Leinöl empfohlen. (→10. Neubeschichtung)

Auch die Kittfalze werden so grundiert.

Die Grundierung muss gut durchgetrocknet sein (24 h) um den 2. Schritt der Beschichtung, den Grundanstrich mit Standölfarbe halbfett durchzuführen. Dieser Anstrich kann entweder weiß (für sehr einen sehr hellen Endanstrich) oder bereits im endgültigen Farbton angemischt sein.

Wiederum nach guter Trocknung erfolgt ein leichter Zwischenschliff mit Körnung 100-120, danach kann mit der Kittverglasung begonnen werden.

Zuvor müssen auch die Glastafeln wieder zugeordnet und gereinigt werden. Dies kann mechanisch mit dem Glashobel und, je nach Art der Verschmutzung, mit Lösungsmitteln wie Wasser, Alkohol oder Reinigungsbenzin vorgenommen werden. Lösungsmittelrückstände müssen natürlich sorgsam entfernt werden. Nur saubere staubfreie und trockene Glastafeln können mit gutem Ergebnis verkittet werden.

Alte harte Kittreste können auch mit genügendem zeitlichem Vorlauf mit Leinöl eingestrichen und so gelöst werden. Der Kitt wird dann wieder weich und kann leichter entfernt werden.

Wertvolle historische Glastafeln können auch mit einem Stoß zusammengesetzt und damit erhalten werden. Dies muss im Einzelfall unter denkmalpflegerischen Aspekten entschieden werden. Es steht hierfür die traditionelle Technik der Verglasung mit Bleistegen für eine winddichte Verbindung von Gläsern zur Verfügung. Diese Arbeit sollte man einem erfahrenen Glaser in Auftrag geben.

9. Verglasung mit Kitt.

Der typische Glaserkitt ist der Leinölkitt aus Bergkreide, Leinöl bzw. Leinölfirnis und eventuell mit dem Zusatz eines Kittbinders (Kalksteinmehl). Ein solcher Kitt ist weich und sehr fein, leicht knetbar, lässt sich glatt und gleichmäßig verstreichen, klebt nicht am Messer und den Händen, fließt nicht, reißt nicht und trocknet langsam. Er muss mit einem diffusionsoffenen Anstrich gegen Witterungseinflüsse geschützt werden. Ein dichter Anstrich würde die Trocknung verhindern.

Wenn die alten Scheiben noch in Ordnung sind, sollten sie wieder eingesetzt werden und müssen dann zunächst gut gereinigt und von alten Farbresten befreit (Glashobel, Reinigungsbenzin), den Fensterflügeln zugeordnet und eingepasst werden.

1. Zuerst wird der Fensterflügel mit dem Falz nach oben waagerecht auf wird einen ebenen und stabilen Arbeitsplatz gelegt. Nun wird eine Kittraupe auf dem Falzgrund (Glasfalzanschlag) aufgebracht und die zuvor eingepasste Glasscheibe eingedrückt. Der Kitt soll ringsherum über den Falz hinaus gedrückt werden und eine Dicke von etwa 3 mm haben. Gleichzeitig muss darauf geachtet werden, dass die verbleibende Falztiefe für die freie Kittfase ausreichend ist, insbesondere bei geringen Falzbreiten von unter 10 mm.

Der über den Falz hinaus gedrückte Kitt wird mit dem Kittmesser abgeschnitten und glatt abgezogen.

2. Jetzt müssen die Ecken der Glasscheiben „verklotzt“ werden. Diese Verklotzung ist notwendig, um den Fenstern aus meist sehr feinen Holzprofilen ohne stabile Eckverbindungen auch bei dem hohen Gewicht von Glas Stabilität zu geben. Insbesondere in Richtung der Diagonalen von der Verschlussseite oben zur Hängeseite unten müssen zwischen Glasscheiben und Rahmenhölzern kleine Holzleisten stramm eingedrückt werden, um ein trapezförmiges Verformen des Fensterflügels zu verhindern.

3. Anschließend werden die Scheiben mit Glasernägeln ohne Kopf fixiert. Dabei ist darauf zu achten, dass die Nägel das spätere Abziehen der freien Kittfase nicht behindern. Im Handel gibt es auch spezielle Fixierstifte für Verglasungen, kleine dreieckige Metallplättchen oder auch den sog. Glaserdraht, einen vorgestanzten Kupferdraht, der abgekantet und eingeschlagen wird.

4. Nun wird eine weitere Kittraupe in den Falz gedrückt und mit dem Kittmesser entlang der Falzkante in einem Winkel von etwa 45° zügig abgezogen und geglättet. Diese freie Kittfase soll nicht über den Falzgrund (Anschlag) hinausgehen, aber auch nicht zurückstehen. Dieser Arbeitsschritt erfordert einige Übung und Erfahrung. Ggf. kann man stellenweise noch einmal nachziehen, an den Kanten andrücken und glätten. Die Ecken sollen nicht gerundet, sondern kantig auf Gehrung gearbeitet sein. Der überschüssige Kitt wird dann vorsichtig mit dem Messer abgenommen.

5. Zum Schluss werden die Ölrückstände von der Kittfase sowie von der Glasscheibe auf beiden Seiten mit Schlämmkreide (creta de munte / prav de creta) und einem weichen Pinsel abgekehrt.

Nach etwa 24 Stunden bildet der Kitt eine leichte Haut. Erst nach 6 bis 8 Wochen ist der Kitt so durchgehärtet, dass er überstrichen werden kann. In dieser Zeit muss man bei der Handhabung der Fenster auch sehr vorsichtig sein, um den Kitt nicht zu verletzen. Allzu leicht drückt man mit den Fingern in den Falz und zerstört damit eine hochwertige Arbeit.

Es ist sehr wichtig, bei der Wahl des Anstrichsystems auf eine gute Verträglichkeit mit dem Kitt zu achten. Es werden hier nur Leinöl oder Standölfarben und diffusionsoffene Lasuren auf Leinölbasis empfohlen.

Bei industriell hergestelltem Leinölkitt müssen unbedingt auch die Herstellerangaben beachtet werden, um Unverträglichkeiten mit nachfolgenden Anstrichen zu vermeiden. Anstriche auf Leinölbasis können die Verkittung wieder anlösen, aufquellen oder zu unschönen Verkrustungen führen. Deswegen sollten unbedingt vorab Proben zur Verträglichkeit gemacht werden.

10. Neubeschichtung mit Standölfarbe

Standölfarben sind in einer ganzen Palette erhältlich, die auch untereinander gemischt werden können. Es sind aber auch traditionelle Farbtöne wie Ochsenblut, Ocker, Taubenblau oder Tannengrün erhältlich. Die Farbe der Fenster muss natürlich zu dem Farbenkanon der Gesamtfassade passen. Generell sollte man helle gebrochene Farbtöne wählen. Dunkle Farben absorbieren die Sonnenenergie und können sich daher sehr stark aufheizen. Gebrochene Farbtöne haben einen pastelligen Charakter und sind weniger anfällig gegen Verschmutzungen. Man erhält gebrochene Farbtöne, indem man zunächst auf 100 RT weiße Farbe je nach gewünschter Helligkeit 3–10 RT schwarz gibt und dann den gewählten Farbton dazu mischt.

Die Reihenfolge der Beschichtung folgt den Herstellerangaben:

1. Bläueschutz / Holzgrundschutz
2. Die Grundierung wird entweder mit dem Grundöl für die Standölfarbe gem. Herstellerangaben oder mit Leinöl bzw. besser noch mit Halböl (50% Leinöl und 50% Terpentin) vorgenommen. Das Leinöl muss gekocht und sikkativiert (fiert si sikkativat) sein, weil es sonst nur sehr langsam trocknet.
3. Nach gründlicher Trocknung folgt ein Grundanstrich mit Standölfarbe halbfett.
4. Nach dessen Durchhärtung erfolgt Zwischenschliff mit Körnung 100–120
5. Der deckende Schlussanstrich mit Standölfarbe vollfett in dem gewählten angemischten Farbton kann sowohl vor wie auch nach der Verglasung vorgenommen werden. Nach der Verglasung bedeutet nach 6–8 Wochen, wenn der Kitt gut durchgetrocknet ist. Probe machen!

Der Vorteil ist, dass mit einem geschlossenen Anstrich auch über die Verkittung ein einheitliches Bild entsteht, allerdings können Beschläge wie Fensteroliven nur provisorisch montiert werden.

1–4. *Die Farbgebung der Fenster soll mit der Fassade abgestimmt sein. Auch hier sollen grelle und dunkle Farben vermieden und hellere, zurückhaltende Farbtöne komplimentär zur Fassade gewählt werden.*

4. *Ein Absetzen der Flügelrahmen und bestimmter Details in Weiß oder in einer helleren Abmischung der Grundfarbe kann die Feinheit der Fenster betonen.*

Ertüchtigung von alten Kastenfenstern durch gezielte Verbesserungsmaßnahmen

1. *Die Nut für die Dichtung gem. Abb. 121.1. links wird mit einem Spezialgerät eingefräst,*
2. *Die Schlauchdichtung nach dem Schlussanstrich eingerollt.*

3. *Aufgearbeitetes Fenster von 111.4: Reparierter Feststeller, Einzug einer Dichtung, Entfernen des Altanstrichs und Neubeschichtung.*

Kastenfenster können auf verschiedene Weise den erhöhten Anforderungen auf dem Stand der Technik für den Wärmeschutz angepasst werden:

1. Einbau einer Dichtung

Wie eingangs bereits erwähnt, ist der Einbau einer Winddichtung die erste und wirkungsvollste Verbesserung alter Kastenfenster und wird deswegen zum Standard von Modernisierungsmaßnahmen gerechnet. Auch hier gibt es eine Fülle unterschiedlicher Varianten. Man kann die Dichtungen nach ihrer Form unterscheiden (Hohlkammer- Lippen- Schlauchdichtungen), nach dem Material (Schaumstoff, Kautschuk, Silikon ...) oder nach der Art des Einbaus (kleben, fräsen). In der Praxis hat sich das Einziehen einer Silikonkautschuk-Schlauchdichtung bewährt, dessen Verfahren hier vorgestellt und vorgeschlagen wird. Silikonkautschuk ist gegenüber anderen Materialien sehr beständig und hat ein sehr gutes Rückstellvermögen, d. h. es kehrt nach der Verformung beim Zusammendrücken wieder in seine ursprüngliche Form zurück. Schlauchdichtungen gibt es in unterschiedlichen Durchmessern von 6–8 –10–12 und 16 mm, sodass für jede Fugenbreite die passende Dichtungsgröße gewählt werden kann. Selbst für konische oder sehr ungleichmäßige Fugenbreiten kann aus den Schlauchdichtungen eine passende Größe kombiniert werden, indem unterschiedliche Schlauchdurchmesser ineinander geschoben werden. Die Dichtungen sollten so groß bemessen werden, dass sie am geschlossenen Rahmen dicht anliegen, das Schließen aber auch nicht behindern. Ein leichtes Nachhobeln des Anschlags kann hierfür nötig werden. Schlauchdichtungen sind in den Farben weiß und dunkelbraun erhältlich, sodass immer eine unauffällige zurückhaltende Fensterdichtung gewählt werden kann.

Die Dichtung wird am inneren Fenster eingebaut, vorzugsweise im Falz des Blendrahmens, alternativ auch im Falz des Flügelrahmens. Auch der Mittelanschlag des Flügelrahmens erhält eine Dichtung. Die Schlauchdichtung wird in das Rahmenholz eingefräst, was ihr einen deutlich besseren und passgenauen Halt verleiht, als dies etwa bei geklebten Dichtungen der Fall ist. Allerdings kann diese Arbeit, die den Einsatz eines speziellen Fräsers erfordert, nur von einem geschulten Handwerker durchgeführt werden. Ein Verzeichnis der Handwerker findet sich im Anhang. Es bleibt zu wünschen, dass diese Technologie in Siebenbürgen Schule macht und sich weiter verbreitet, weil damit eine deutliche Verbesserung wertvoller alter Kastenfenster zu erreichen ist.

Im Zuge einer Renovierung der Fenster wird die Dichtungsnut vor einem neuen Anstrich und ggf. vor dem Einbau reparierter Beschläge gefräst. Auf Nägel und Metallteile im Bereich der Dichtungsnut ist dabei gut Acht zu geben. Die Dichtung selbst wird erst ganz zum Schluss nach guter Trocknung des letzten Anstrichs eingezogen. Sie wird nicht geklebt und kann später, bei einer Erneuerung des Anstrichs wieder herausgezogen und ersetzt werden.

2. Neuverglasung ggf. zusätzliche Verglasung mit Wärmeschutzglas

Neben der Abdichtung der Fensterfugen gegen Zugluft kann eine Neuverglasung zu einer spürbaren Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften des Fensters beitragen. Aus Sicht der Wärmedämmung bilden die oft nur 3 mm dünnen Glasscheiben den Schwachpunkt der Fenster.

<u>Wärmeschutzverglasung</u>

Die Neuverglasung von Kastendoppelfenstern mit speziellem Wärmeschutzglas führt zu einer messbaren Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften. In die innere Flügelebene, deren Falze ja auch winddicht gemacht werden, kann ein spezielles pyrolitisch beschichtetes Wärmeschutzglas (K GLASS™) eingebaut werden. Die Beschichtung reflektiert die Wärmestrahlung nach innen und kann so den U-Wert des Fensters auf etwa 1,7 W/(m^2 K) senken. Die Scheiben müssen dann so eingebaut werden, dass die Beschichtungsfläche nach außen zeigt. Allerdings ist das K GLASS™ ausgesprochen teuer. Eine Amortisation der Investitionskosten durch Einsparungen der Heizkosten ist schwer nachvollziehbar. Darüber hinaus ist die Beschichtung sehr empfindlich gegen Kratzer. Es ist daher fraglich, ob diese Technologie tatsächlich eine sinnvolle Verbesserung darstellt. Hinzu kommt noch, dass ein höheres Gewicht der Glasscheiben eine zusätzliche Belastung der

Abb. 121.1. ***Fensterprofile im Vergleich:*** *links ein einfach verglastes, rechts ein isolierverglastes Fenster. Deutlich werden die weitaus größeren Holzprofile des isolierverglasten Fensters, die bei modernen dreifach verglasten Fenstern noch deutlich größer werden. Bei gleichen Außenmaßen ergibt sich daraus eine sehr viel kleinere Glas- und Belichtungsfläche des Fensters. Bezeichnungen des Kittfalzes am Einfachfenster, das analog auch für Kastenfenster eingesetzt wird: h= Falzhöhe, b= Falzbreite die sich zusammensetzt aus der Kittvorlage a2, der Glasstärke e und der Kittfase a1. Profiltiefe p=h.*

für 3 mm dicke Glasscheiben bemessenen Flügelrahmen bedeutet. Eine sorgfältige Verklotzung der Glastafeln ist dann unverzichtbar.

<u>Zusätzliche Glasebene</u>

Denkbar und erforscht ist auch der Einbau einer zusätzlichen Glasscheibe auf der Außenseite der Inneren Flügelebene (sowohl Floatglas als auch K GLASS™). Auf diese Weise lassen sich Wärmedämmwerte erzielen, die an Niedrigenergiestandards heranreichen. Hier sind aber zusätzliche Tischlerarbeiten erforderlich: Ein zusätzlicher Rahmen muss auf den alten Flügelrahmen montiert und dieser dann zusätzlich stabilisiert werden. Oder es wird eine rahmenlose Fensterscheibe mit entsprechenden Glasbeschlägen und umlaufender Dichtung auf den Inneren Flügelrahmen montiert. Bei dieser Fensterform setzt sich das Kastenfenster dann aus einem äußeren Einfachfenster und einem inneren Verbundfenster zusammen. Ob bei diesem Fenstertyp die Bildung von Tauwasser ein Problem darstellt und wie es gepflegt und gewartet werden kann, ist noch nicht hinreichend nachgewiesen.

<u>Isolierverglasung</u>

Wie bei der Nachrüstung von Einfachfenstern ist auch bei Kastenfenstern der nachträgliche Einbau einer Isolierverglasung zwar denkbar und aus Sicht der Wärmedämmung effizient, aber recht aufwendig. Auch hierfür muss eine Aufdoppelung auf die innere Flügelebene hergestellt werden, um die für eine Isolierverglasung notwendige Falztiefe herzustellen. Eine Isolierverglasung wird zudem nicht verkittet, sondern mit einer Glasleiste im Glasfalz fixiert. Während ein Kittfalz immer auf der Außenseite des Fensterflügels angeordnet ist, liegt der Glasfalz mit Glasleiste für die Isolierverglasung nach innen gerichtet. Der Falz müsste also für die Montage einer Isolierverglasung umgedreht werden, was praktisch insbesondere bei Sprossen nicht möglich ist. Es gibt aber auch Beispiele, in denen diese strenge Regel aufgehoben wurde und eine Isolierverglasung von 11 mm Stärke (U-Wert 1,9 W/(m^2 K)) gekittet, oder von 14 mm Stärke (U-Wert 1,6 W/(m^2 K) mit einer Aufdoppelung von außen eingesetzt wurde.

Bei der Bewertung all dieser Überlegungen sollte man davon ausgehen, dass eine neue Verkittung der alten Glastafeln und ein Ersatz gebrochener Scheiben mit 4 mm dickem Glas bereits eine spürbare Verbesserung darstellt (Winddichtung ist wiederhergestellt) und in den meisten Fällen Kastenfenster auf diese Weise ökonomisch vernünftig und architektonisch richtig erhalten werden können.

3. Nachträglicher Einbau zusätzlicher Elemente

Mit Nachrüstungen zur Funktionserweiterung werden dem alten Fenster Elemente hinzugefügt. Bereits der Einbau einer zusätzlichen Glasscheibe oder einer Isolierverglasung stellt ja ein zusätzliches Element dar, dient jedoch nicht der Erweiterung der Funktion des vorhandenen Fensters, sondern lediglich der Verbesserung einer bereits vorhandener Eigenschaft, der Wärmedämmung.

Mit Nachrüstungen muss man jedoch sehr vorsichtig umgehen, um keine neuen technische oder architektonische Fehler einzubauen. Neue zusätzliche Elemente können sein:

- Ertüchtigung von alten Kastenfenstern durch gezielte Verbesserungsmaßnahmen.

Der Einbau von Fensterläden vor Kastenfenster. Mit dieser Maßnahme kann ein zusätzlicher Schutz für das Fenster oder auch gegen Einbruch hergestellt werden. Art, Form und Bauweise muss sich dann selbstverständlich an den vorhandenen Fenstern im Haus und in der Nachbarschaft orientieren.

- Der Einbau eines zusätzlichen Fensters, um aus einem Einfachfenster ein Doppelfenster herzustellen. Hier muss man zunächst die räumliche Situation prüfen, ob das neue Fenster innen oder außen vor das alte gestellt werden kann. Ein neues äußeres Fenster muss in der Art der traditionellen Winterfenster gestaltet werden und erfordert dann auch ein Aufarbeiten des alten Fensters.

Ein zusätzliches neues Fenster auf der Innenseite des alten respektiert eher die gewachsene Architektur. Das neue raumseitige Fenster kann dann auch in moderner Bauweise etwa als Holz-Isolierglasfenster gestaltet werden um eine gute Wärmedämmung und Winddichtigkeit zu erzielen.

In jedem Fall müssen zur Vermeidung von Baufehlern vor einer solchen Maßnahme die bauphysikalischen Rahmenbedingungen geprüft und bewertet werden.

- Das Umrüsten alter Fenster mit stabileren oder besser bedienbaren Beschlägen. So kann etwa ein moderner verdeckter Stangenverschluss in den Falz des raumseitigen Flügelrahmens eingefräst und damit ein dicht schließendes Fenster mit mehreren Zuhaltungen hergestellt werden.

1.–3. Nachträglich ergänzte Fensterläden nach historischem Vorbild
3.–5. Verschiedene Ausführungen von Klappläden

Es gibt eine Reihe von Fällen, in denen der Bau von neuen Kastenfenstern, ggf. auch in Kombination mit Isolierglasfenstern in Betracht gezogen werden sollte:

- In den seltenen Fällen, in denen die alten Fenster nicht mehr zu retten oder gar nicht mehr vorhanden sind.
- Für Rückbauten von Isolierglasfenstern, bei denen ihre mangelhaften bauphysikalischen Eigenschaften zu Schäden geführt haben, oder durch deren Einbau strukturelle Schäden am Haus verursacht worden sind.
- Für Rückbauten aus gestalterischen, architektonischen Gründen.
- Für Neubauten, die sich in ihrer Architektur und ihrem Charakter dem dörflichen Ensemble anpassen sollen.
- Für Neu- und Altbauten, die technisch und gestalterisch hochwertige und langlebige Fenster erhalten sollen.

Vor einem Bau von Fenstern liegt die Beratung durch einen altbauerfahrenen Fachmann (Architekten), die in einem Entwurf zum Neubau von Fenstern mündet. Alle funktionalen und gestalterischen Überlegungen fließen in diesen Entwurf ein. Die Konstruktion neuer Kastenfenster folgt grundsätzlich den gleichen Prinzipien wie die historischen Fenster, jedoch sollte gleich eine Dichtung am inneren Blendrahmen vorgesehen werden (Abb. 102.1)

Wie die neuen Elemente zum Nachrüsten alter Fenster sollten auch neue Fenster nur einem erfahrenen Tischler mit guten Referenzen in Auftrag gegeben werden. Mit ihm sollte man auch die wichtigen technisch konstruktiven Fragen klären.

Da ist zuerst die Frage nach der Holzart. Am dauerhaftesten und damit am besten geeignet sind Eiche und Lärche, auch Kiefernholz hat sich bewährt. Weniger empfohlen wird die Verwendung von Fichten- oder Tannenholz, obgleich diese Holzart am besten verfügbar und am kostengünstigsten ist, und daher am häufigsten auch für den Bau von Fenstern eingesetzt wird. Umso wichtiger wird dann ein guter Holzschutz und eine hervorragende Oberflächenbeschichtung.

Das Holz muss trocken sein. Es soll eine relative Holzfeuchte von 12 % nicht überschreiten. Auch die Konstruktionsdetails sollten vorab besprochen werden. Die Rahmenecken müssen gezapft werden, Blendrahmen in der Regel mit doppeltem Zapfen.

1.+2. Auch neue Isolierverglaste Holzfenster können sich in die Architektur einfügen,. Die Profile sind aber immer deutlich stärker, was insbesondere den Sprossen einen vergleichsweise klobigen Eindruck verleiht.

Die Metallbeschläge sind als funktionale Teile entwickelt worden.

3.+4. Zwei überlieferte Formen von Beschlägen für bewegliche Lammellen.

5.–7. Neuanfertigungen von Fensterbändern.

5. Geschmiedetes Langband mit Stützkloben für Fensterläden.

6. Winkelband mit Stützkloben nach historischem Vorbild.

7. Winkelband. Mit der Wahl von Verzierungen sollte man sehr vorsichtig umgehen und sich an historischen Vorbildern orientieren, weil sonst die Gefahr groß ist, ins Kitschige abzugleiten.

Neubau von Kastenfenstern

Blendrahmen C B A

Stoß Wetterschenkel

Putznut

Außen

Abb. 124.1.
Kastenfenster

Neubau mit drei Flügelebenen

Beim Neubau von Holzfenstern muss bereits bei der Planung auf einen konstruktiver Holzschutz und weitere konstruktive Bedingungen geachtet werden:

- Bewetterte Holzkanten sollen abgerundet werden um eine „Kantenflucht" der Beschichtung zu vermeiden.
- Außenliegende Querhölzer müssen auf der Oberseite unter 15° abgeschrägt werden, um den Wasserabfluss zu gewährleisten.
- Es sollen keine nach oben angeordnete Nuten eingebaut werden.
- Profilierungen sollen an den Ecken auf Gehrung gearbeitet und nicht mit einem umlaufenden Fräser rund gefräst werden.
- Die Dichtungsebene muss mit der Dichtungsnut bereits im Entwurf vorgegeben werden.

Neben den gestalterischen Grundzügen, die in Ansichten und Profilschnitten vorgegeben werden können, ist auch die Frage nach den Beschlägen vorab zu klären: Material, Art und Funktionsweise,

- die Drehteile / Scharniere, und damit auch die Öffnungsmöglichkeiten
- die Verschluss- und Verriegelungselemente

2. Neue Kastenfenster nach Plan in Abb. 124.1.

3. Neue Kastenfenster mit zwei Ebenen, frisch eingebaut.

Nein !

Nein !

Fotos Seite 125.

1. *Ein Kämpferprofil wird nach Vorbild (rechts) neu hergestellt.*
2. *Auch dieses Kämpferprofil ist in guter handwerklicher Qualität neu gefertigt worden, allerdings fehlt das Vorbild. Auch hier gilt das Gebot großer Vorsicht, damit Profiltiefen und -formen ein ausgewogenes Gesamtbild ergeben, weil sonst die Gefahr von Kitsch und Kuriosität besteht.*

2.+3. Besonderes Augenmerk gilt der Eckausbildung profilierter Rahmen. Keinesfalls dürfen Rahmenecken stumpf gestoßen und danach mit dem Profilfräser rund ausgefräst werden (Pfeile). Diese Herstellungsweise ist geringfügig schneller, zeugt aber von mangelhafter Handwerkskunst und ist aus architektonischen Gründen abzulehnen.

4. *Die Ecken müssen wie in Foto 125.4 in der Profiltiefe auf Gehrung geschnitten werden. Profiltiefe (p) und Falztiefe (h) sollen daher gleich gewählt werden (Abb. 121.1. links, h=p), sodass damit ein glatter Stoß der Rahmenhölzer entsteht.*

vorher 5

nachher 6

5.+6. Dieses Beispiel macht Mut! Der Bauherr hat seinen Fehler erkannt und sich entschlossen, das nachträglich eingebaute PV-Fenster wieder zu entfernen, durch neue Kastenfenster zu ersetzen und dabei das Fassadenmauerwerk zu reparieren.

Stall- und Kellerfenster, Lüftungsöffnungen

Fotos Seite 126.
Linke Spalte: Lüftungsöffnungen
Mittlere Spalte: Stallfenster
Rechte Spalte: Nachbau und Reparatur

Auch die Lüftungsöffnungen von Kellern und Nebengebäuden sind wie die Fenster der Stallgebäude in der Vergangenheit mit viel Mühe, Geschick und Verständnis gebaut worden. Auch diese ursprünglich rein funktionalen Elemente sind gerade in ihrer Funktionalität von ausgesprochen hoher Ästhetik und müssen möglichst im Original erhalten bleiben. Sie können als Relikte eines ursprünglichen Bauprinzips gelten mit kräftigen gezapften Rahmen aus Eichenholz mit meistens sehr schmalen senkrechten Sprossen aus Holz oder geschmiedeten Eisenstäben.

In diesem Zusammenhang sei auch auf die Fensterstürze aus Eichenholz hingewiesen, die nach wie vor als Bauprinzip gut und dauerhaft eingesetzt werden.

Decken

Die Holzbalken- Kellerdecke

Foto 127.1. Balkendecke mit Spaltbohlen aus Eichenholz

Die Deckenkonstruktionen in den Bauernhäusern Siebenbürgens kann man in drei Gruppen gliedern:

- Kellerdecken,
- Zimmerdecken der Wohnhäuser,
- Balkendecken der Sparrendächer über den Ställen und Nebengebäuden.

Alle drei Deckenkonstruktionen, obwohl alle gleichermaßen den Holzbalkendecken zugerechnet werden müssen, sind so spezifisch in den Materialien, ihrem Aufbau, wie in ihren Schadensbildern, sodass sie hier in diesen Aspekten nacheinander behandelt werden.

Für die Kellerdecken gibt es grundsätzlich zwei Konstruktionsformen: die Holzbalkendecke und die Gewölbedecke (→ Gewölbe S. 29–31), beide sind bereits seit vorchristlicher Zeit bekannt.

Holzbalkendecken sind in der Regel aus 2–4-seitig behauenen Eichenstämmen von nahezu quadratischem Querschnitt hergestellt, oft in mächtigen Dimensionen bis zu 35 cm breit und hoch und bis zu 6 m lang. An krummwüchsigen oder dünneren Stämmen bleiben große Anteile waldkantig. Den Aufbau der Deckenkonstruktion beschreibt Victor Roth 1924: „Das ganze Haus ist unterkellert. Wie alle alten Bauernhäuser der Kellinger Gemeinde wurde dieser Keller nicht überwölbt, sondern mit schweren eichenen Trämen überdeckt, auf welche mit der Axt behauene Eichenbohlen gelegt und mit Mörtel übergossen werden. Auf diese Decke wurde sodann der Lehmestrich aufgetragen, der sich in den beiden rückwärtigen Räumen dieses Gebäudes noch erhalten hat."[72] Heute ist ein derartiger Fußboden wohl nur noch selten zu finden, wohl aber dieser Deckenaufbau in seiner typischen traditionellen Form.

Die entsprechend dem Balkenabstand kurzen Bohlenstücke von 50 bis 60 mm Dicke sind aus ihrer Herstellungsweise zu erklären: Das Baumaterial wurde in der Regel mit dem Pferdewagen direkt aus dem nahen Wald herbeigeschafft. Ein

Konstruktionen

Längsschnitt

Querschnitt

A

B

C

D

Abb. 128.1. ***Verschiedene Balkenprofile von Kellerdecken*** *mit Spaltbohlen und Lehmschüttung*

Aufsägen von Hand ist viel zu aufwendig, spalten geht deutlich schneller, zumal in kurzen Stücken. Außerdem ist frisches Eichenholz sehr schwer, jede Erleichterung willkommen. Gerade die großen Stammfüße werden vorteilhaft gleich beim Fällen in kurze transportierbare Stücke abgelängt und ergeben Bohlen bis zu 60 cm Deckbreite (Foto 129.6–7)

Die einfachste Konstruktionsweise ist wie von Roth beschrieben das einfache Auflegen der Bohlen auf die Balkenlage (Abb. 128.1.A), die sowohl quer als auch längs zum Haus verlegt sein kann. Bereits im 15. Jh. sind in Hermannstadt Konstruktionen nachgewiesen, bei denen die Bohlen in ausgeschlagenen Aussparungen (Fälze) der Balken eingelegt werden (Abb. 128.1. B).[73] Diese Konstruktion ist in den Bauernhäusern sehr verbreitet. Eine andere Variante ist das Einschlagen (mit der Axt) von keilförmigen Nuten in die Seiten der Balken, in die die Bohlenstücke dann eingeschoben werden (Abb. 128.1.C). Vorteil dieser Anordnung der Bohlen in der Balkenebene ist eine bessere Ausnutzung der Konstruktionshöhe bei gleichzeitig großer Schichtdicke der Füllung und damit guter Dämmwirkung. Außerdem stabilisieren sich so Balken und Bohlen gegenseitig gegen horizontale Verschiebungen, die ein Einstürzen der Decke zur Folge haben können. Eine jüngere Variante ist in Abb. 128.1.D dargestellt, wie sie auch in Einschubböden des 20. Jh. angewendet wird: Gesägte Rechteckleisten werden mit Nägeln an den Seiten der Balken befestigt, darauf dann der „Einschubboden" verlegt.

Eine weitere verbreitete Konstruktion ist die Gliederung der Decke mit sog. „Kinderbalken". Bei dieser Variante werden zunächst zwischen die Deckenbalken kurze kleinere Balken eingelassen, die dann die Deckenbohlen in Längsrichtung tragen (Fotos 129.1–3). Diese Konstruktionsform erlaubt die Verwendung längerer und unterschiedlich langer Bohlenstücke, die parallel zu den Balken verlegt, dann nicht auf den Balkenabstand gekürzt werden müssen.

Dieses Konstruktionsprinzip der Balken-Kellerdecke kommt in allen Varianten der recht groben ländlichen Bauweise entgegen. Krummer Wuchs der Balken, Verformungen, unterschiedliche Balken und Bohlendicken sowie Schieflagen können durch die Lehmschüttung bestens und absolut niveaurecht ausgeglichen werden (Abb. 128.1.D).

Obwohl Gewölbekonstruktionen aus Ziegelmauerwerk bereits bei der ersten Besiedelung bekannt gewesen sein müssen, haben sich Gewölbekeller im ländlichen Siebenbürgen offenbar erst später in größerem Umfang durchgesetzt. Vermutlich ist dies einer Umbewertung der günstigeren Material-und Beschaffungskosten vom Eichenholz zum Ziegelstein geschuldet, da die Kellerdecke doch sehr massiv und damit materialintensiv ist. Die Gewölbekeller sind jedenfalls durchweg aus Ziegelsteinen aufgebaut. Die Konstruktion von Gewölben ist im Kapitel Mauerwerk näher beschrieben.

In wenigen Häusern ist auch eine Kombination von Holzbalkendecken mit Ziegelausfachung zu finden, die sog. Kappendecke (→Gewölbe, S. 31). Auch diese Decke wird mit schweren Eichenbalken hergestellt, die für die Auflager der Ziegelflächen konisch bebeilt werden. Diese Deckenkonstruktion ist mit großer Wahrscheinlichkeit der städtischen Bauweise entliehen, wo die Ingenieurserfindung der Industriezentren im späten 19. Jh. zuerst Fuß gefasst hat. Die Kappendecke auf Stahlträgern ist in den Bauernhäusern nicht eingebaut worden. Die Verwendung von Stahlträgern als Bauteile in Gebäuden ist erst in repräsentativeren Gebäuden des 20. Jh. auf dem Lande zu finden.

In jedem Fall ist der gesamte Aufbau der Kellerdecke mit einer Gesamthöhe von 25 cm und mehr ohne den freien Balkenquerschnitt sehr hoch und massiv. Dies ist als bauphysikalische Grundlage für ein ausgeglichenes und gesundes Raumklima der Wohnräume sehr vorteilhaft, insbesondere wegen der guten Speicherfähigkeit des Baustoffes Lehm, der für die massive Schüttung verwendet wurde.

Fotos Seite 129.

1.–3. *Verschiedenen Formen von Deckenkonstruktionen mit „Kinderbalken"*
1. *mit längs laufenden Bohlen*
2. *mit verputzen Deckenfeldern*
3. *Aussparung im Balken für den Kinderbalken.*
4. *Balkendecke mit längs laufenden Bohlen, eine gotische Deckenform mit hohem Holzbedarf.*
5. *Die Lehmschüttung auf der Kellerdecke ist bis zu 20 cm dick.*
6. *Zur Reparatur eines Deckenbalken freigelegte Bohlenlage.*
7. *Diese Spaltbohle ist 56 cm breit. Sehr breite Bohlen sind nicht selten und stammen oft vom Stammende des Baumes.*
8. *Eine seltene Variante der Kellerdecke: Balkenlage in Längsrichtung des Hauses, liegend auf Streichbalken parallel zu den Grundmauergewölben der Zwischenwände. Aufbau der Decke gem. Abb. 128.1.D*

1

2

3

4

5

6

7

8

Typische Schäden an Kellerdecken

Die typischen Schäden an Holzbalkendecken sind in ihrer Lage im Haus begründet: Infolge der Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit über die Kellerwände und -böden (→Kapillarität S. 36–39) herrscht in Kellerräumen eine relativ konstante hohe Luftfeuchtigkeit. Dies ist für die Lagerung von Erntegut wie Kartoffeln auch durchaus erwünscht. Begünstigt wird dies durch die konstant niedrigen Temperaturen, die vor allem im Sommer eine hohe relative Luftfeuchtigkeit bedeutet (→Sommerkondensation S. 41). Diese dauerhaft hohe Luftfeuchtigkeit im Keller setzt sich in den Holzbauteilen als Ausgleichsfeuchte fort, die so dauerhaft über 20% steigen kann und damit eine Grundlage für das Wachstum holzzerstörender Pilze und Insekten bietet.

Besonders gefährdet sind die Balkenköpfe, die in das Mauerwerk eingebunden sind (Foto 130.1). Hier kann die Feuchtigkeit direkt, ohne Umweg über die Raumluft, in das Holz gelangen und kann gleichzeitig in der unbelüfteten Einbausituation nur langsam wieder abgegeben werden. Auch das in jüngerer Zeit gelegentlich praktizierte Abdichten der Balkenköpfe mit Pappen hat sich nicht bewährt, weil damit zwar eine Feuchteeintrag aus der Wand in das Holz, gleichzeitig aber auch ein Ausgleich vom Holz in die Wand verhindert wird. Bei dauerhaft hohem Feuchtegehalt im Holz wird dieses durch Pilze zerstört, was zum Einsturz der Decke führen kann (Fotos 130.5+6). Eine gelegentliche Kontrolle dieser Bereiche ist also ratsam.

Auf die holzzerstörenden Pilze und Insekten wird im Abschnitt über Holzkonstruktionen (S. 168) etwas genauer eingegangen.

Fotos Seite 130.

1. *Verfaulter freigelegter Deckenbalken*
2. *Verfaulte Balkenköpfe auf einer Sekundärkonstruktion von oben gesehen*
3. *Sekundärkonstruktion im Keller*
4. *Deckenbalken mit diffusionsdichter Beplankung und Befall durch serpula lacrimans*
5. *Bruch eines Balken infolge Befall durch serpula lacrimans*
6. *Eingestürzter Deckenbalken infolge eines verfaulten Balkenkopfes*

Hat die Prüfung der Balkendecke ergeben, dass einzelne oder mehrere Balken nicht mehr tragfähig sind, so stehen folgende Optionen zur Diskussion:

1. Abstützen der schadhaften Balken im Keller, und
2. Austausch oder Reparatur einzelner oder mehrerer Balken.

Bei der ersten Option bleibt die Kellerdecke selbst unverändert, der Wohnraum darüber also ebenfalls unangetastet. Es werden unter die schadhaften Balken Holzstützen gestellt, die dann natürlich die Nutzbarkeit des Kellerraumes stark einschränken. In manchen provisorisch auf diese Weise reparierten Kellern stehen die Stützen so eng, dass man sich kaum bewegen kann. Diese Maßnahme muss ein Provisorium bleiben, bis eine substantielle Reparatur vorgenommen werden kann.

Weil häufig nur die Balkenköpfe im Mauerwerk verrottet sind, der restliche Balken aber intakt, hat es sich bewährt, parallel zur Wand einen Unterzug einzuziehen, auf dem die Balken dann ruhen. Die Fotos S. 130.2+3, und die Abb. 131.1 zeigen diese Reparatursituation. Auch dies bedeutet eine Einschränkung der Nutzungsmöglichkeiten im Keller. Außerdem muss der Unterzug setzungssicher auf eigene Stützen oder Mauervorlagen gegründet werden, was einen vergleichsweise großen Aufwand erfordert. Immerhin kommt auch diese recht dauerhafte Reparatur ohne Einschränkung des Wohnraumes darüber aus.

Anders ist dies bei substantiellen Reparaturen der Kellerdecke selbst. Dafür muss der Wohnraum geräumt werden. Man sollte aber auch vor so einem doch erheblichen Eingriff keine Angst haben. Eine komplette Reparatur bis zum Neueinzug dauert vielleicht mehrere Wochen, dann aber hat man die Gewissheit, sich auf einer für Jahrzehnte stabilen Kellerdecke zu bewegen.

Muss ein Balken ersetzt oder repariert werden, so muss zunächst der Fußboden und die Lehmschüttung über mindestens den beiden Deckenfeldern neben dem Balken abgebaut werden (Foto 129.6), für die Reparatur mehrerer Balken entsprechend mehr. Die Spaltbohlen sollen geborgen und gereinigt werden. Verrottete Materialschichten werden abgebeilt und dabei geprüft, ob das Restholz noch für einen neuen Einbau tragfähig ist (etwa 3–4 cm gesunde Holzstärke ist ausreichend, stellenweise auch weniger). Ist ein Balken nur an einem Kopfende zerstört, kann man mit einer stehenden Blattverbindung einen neuen Balkenkopf einsetzen. Es gibt für diesen Fall eine ganze Reihe von Reparaturverbindungen, die im Abschnitt über Reparaturen an Holzkonstruktionen ab S. 186 eingehend beschrieben sind. Die Auswahl und Bemessung der Reapraturhölzer und -verbindungen sollte nach tragkonstruktiven Kriterien vorgenommen werden und auch die Möglichkeiten des Handwerkers berücksichtigen. Generell gilt, dass ein Reparaturstoß im wandseitigen Drittel der Balkenlänge angeordnet werden soll. Direkt an der Wand, dem Balkenauflager, sind die Scherkräfte am größten, in Balkenmitte die Biegekräfte. Etwa ein 1/3 –1/4 der Balkenlänge vor der Wand sind die Kräfte im Balken am geringsten.

Die Fotos 131.2–6 zeigen eine solche Reparatur, ein stehendes gerades Hakenblatt mit Verkeilung, beidseitig schräg

Zerstörter Balkenkopf
Unterzug vor der Wand
Mauerpfeiler mit eigener Gründung

Abb. 131.1.
Einbau eines Unterzuges vor der Wand

Fotos Seite 131

2. *Freigelegte Deckenfelder um einen gebrochenen Deckenbalken.*
3. *Ausschnüren des Balkenkopfes zum Anreißen der Reparaturverbindung.*
4. *Fluchtrechtes Zubeilen des Balken.*
5. *Ausarbeiten der Holzverbindung.*
6. *Fertige Reparaturverbindung ohne Bolzen.*

Einziehen neuer Deckenbalken

Fotos Seite 132.

1. *Neue Balken für eine Kellerdecke müssen in der Regel von außen durch die Grundmauer eingeschoben werden.*
2. *In manchen Häusern bleiben die Balkenköpfe im Mauerwerk sichtbar. Vorteil: Die Balkenköpfe werden gut belüftet. Nachteil: Sie sind stärker der Verwitterung ausgesetzt und sollten konstruktiv geschützt werden.*
3. *Ein neuer ausgefalzter Eichenbalken von 24x30 cm.*
4. *Wechsel werden vorzugsweise mit Schwalbenschwanzblättern eingesetzt.*
5. *Die alten Spaltbohlen werden in die Balkenfalze wieder verlegt, oder wie in*
6. *direkt auf den Balken.*
7. *Die neue Strohlehmschüttung wird erfdeucht eingebracht und verdichtet, darauf die Traghölzer für den neuen Fußboden verlegt. Am Rand ist die Rieselschutzpappe hochgezogen und wird später unterhalb des Fußbodens abgeschnitten.*

eingeschnitten und unterschnitten (Abb. 188). Häufig sind die bebeilten alten Balken nicht rechtwinklig und krumm, sodass es sehr schwierig ist, die Hölzer für passgenaue Reparaturausschnitte anzureißen. Es empfiehlt sich dann, am Balken parallele und rechtwinklige Schnüre so anzubringen, dass sie ein gradliniges Referenzsystem bilden, an dem sich dann leichter die Reparaturschnitte anreißen lassen (Foto 131.3). Auch das Zubeilen rechtwinkliger und ebener Balkenquerschnitte kann zu diesem Zweck hilfreich sein.

Es kann auch sinnvoll sein, aus zwei alten Balken die gesunden Abschnitte zu einem neuen zu verbinden und dazu einen zusätzlichen frischen Balken einzuziehen.

Der Einbau eines kompletten neuen Balkens erfordert in der Regel ein Durchstoßen der Kellerwand, um den neuen Deckenbalken von außen einzuführen (Foto 132.1). Er muss natürlich im Querschnitt den vorhandenen Balken angepasst sein. Eine statische Berechnung ist in der Regel nicht nötig, weil die historischen Balkenquerschnitte generell sehr hoch bemessen sind und ausreichende Belastungsreserven haben. Wenn jedoch für eine neue Decke deutlich schlankere Querschnitte eingebaut werden müssen, dann muss natürlich deren Tragfähigkeit nachgewiesen werden. Nach dem bekannten Grundsatz der material- und werktreuen Reparatur sollte dies aber nicht der Fall sein und der nachwachsende Baustoff Eichenholz für den Erhalt des Kulturgutes Bauernhaus nach wie vor in ausreichender Qualität und Menge zur Verfügung stehen.

Nach dem Einbau und Ausrichten des neu eingezogenen Deckenbalkens kann dann die Decke wieder eingebaut werden, zunächst mit dem Verlegen der Spaltbohlen (Fotos 132.5-6). Meistens sind nicht alle der alten Bohlenstücke wieder zu gebrauchen, sondern müssen durch neue, möglichst ebenfalls gespaltene oder auch gesägte Bohlenstücke ersetzt werden (Foto 127; 129.1).

Auf keinen Fall sollen diffusionsdichte Materialien zum Einsatz kommen, weil damit Feuchteschäden vorprogrammiert werden. Foto 130.4 zeigt eine solche Decke, die mit kunststoffbeschichteten Schalungsplatten belegt und daraufhin in wenigen Jahren vom Hausschwamm befallen wurde. Alle Balken sind mit Myzelien bedeckt und müssen ausgebaut und verbrannt werden.

Als nächster Schritt sollte ein Rieselschutzpapier auf der Bohlenlage verlegt werden. Dies war in der Vergangenheit unbekannt, hat sich aber bewährt, um das Ausrieseln von Sand und Lehm durch die Fugen in der Bohlendecke zu vermeiden. Der Kellerraum bleibt so besser frei von Staub. Allerdings muss auch hier auf vollständige Diffusion geachtet werden. Auch an dieser Stelle dürfen auf keinen Fall diffusionsdichte Kunststofffolien verwendet werden, um eine Verrottung der Bohlenlage zu vermeiden. Am besten geeignet sind Zellulosepapiere, die es heutzutage auch mit Armierungsgewebe gibt, sodass sie reißfest, vollkommen diffusionsoffen und gleichzeitig winddicht sind. Diese Papierlage wird an den Rändern hochgezogen, sodass auch hier ein winddichter Anschluss zum Mauerwerk entsteht (Abb. 133, Nr. 5+6). Winddichtigkeit ist ein sehr wichtiges Kriterium zur Energieeinsparung und gleichzeitig zum zugfreien Wohlbefinden in den Wohnräumen über der Kellerdecke.

Sodann wird die neue Dämmschüttung eingebracht. Nach wie vor alternativlos am besten geeignet ist die Schüttung aus Strohlehm. Anders als in Decken mit Blindböden zwischen den Balken (S. 139) wird die Schüttung auf der Kellerdecke mit sehr trockenem Material vorgenommen und möglichst fest gestampft (Foto 132.7) So wird auch relativ wenig Feuchtigkeit in das Haus getragen.

Nach einer Trocknungsphase von je nach Klima 1–3 Wochen kann dann darauf der neue Fußboden verlegt werden. Wenn ein Dielenboden auf Traglatten vorgesehen ist, sollten die Traglatten schon mit dem Stampflehm eingebaut werden. Es ist dann sinnvoll, erst eine ebene Lehmschicht herzustellen, darauf die Traghölzer zu verlegen und auszurichten und dann die Räume zwischen den Traghölzern zu verfüllen und abzuziehen.

Die Einbausituation der Balkenköpfe verdient noch eine genauere Betrachtung. In der Abb. 105 sind drei prinzipielle Varianten dargestellt. Die Stirnfläche des Balkenkopfes sollte in jedem Fall von einem Luftraum umgeben sein, denn darüber nimmt das Holz am schnellsten Feuchtigkeit auf. Auf keinen Fall darf der Balkenkopf mit zementhaltigen Mörteln vergossen oder abgesperrt werden, die einzigen Baustoffe mit Kontakt zum Holz sollten Naturstein und Lehm sein. Die beste Einbausituation ist, wenn der Balkenkopf in einem Luftraum liegt, der über offene Fugen im Mauerwerk von außen belüftet wird. Man kann hier zusätzlich zum Schutz ein Insektengitter vorsehen. (Abb. 133.A)

Dies ist allerdings nur schwer möglich, wenn die Außenwand verputzt ist. Aber auch dann sollte ein Luftraum um den Balkenkopf vorgesehen werden (Abb. 133.B). In beiden Fällen muss die Innenseite der Wand winddicht gemacht werden, sowohl um Zugluft von außen auszuschließen als auch umgekehrt eine Kondensation warmer Raumluft im Hohlraum der Balkenköpfe zu verhindern. Eine dritte, seltenere Variante ist das Durchstecken des Balkenkopfes bis zur Außenseite der Außenwand (Abb. 133.C, Foto 132.2). Bei dieser Variante muss ein guter konstruktiver Wetterschutz des Wandabschnittes gewährleistet sein.

Abb. 133.1.
Einbausituationen von Balkenköpfen und Fußbodenaufbau

A Hinterlüftung
B Luftraum um den Balkenkopf
C Durchgesteckter freier Balkenkopf

1. Deckenbalken mit Bohlenauflage
2. Lagerbalken, 2a. Mauerbohle
3. Offene Fugen zur Hinterlüftung von
4. Luftraum um den Balkenkopf
   4a. Luftraum ohne Belüftung
5. Winddichtung zum Luftraum i.V. mit
6. Rieselschutzpapier, diffusionsoffen
7. Lehm- /Leichtlehmschüttung
8. Dielenboden auf Lagerhölzern
9. Fußleiste in verschiedenen Formen

Zimmerdecken

Die Zimmerdecken insbesondere der vorderen Räume, der „Guten Stuben" kann man zu den Schmuckstücken vieler Häuser rechnen. Sie sind aus gehobelten und oft fein profilierten Eichen- oder Tannenbalken gefertigt mit einer Auflage aus gehobelten und profilierten Tannenholzbrettern.

Der Hausforscher Hermann Phleps hat den Begriff der „Römischen Decke" eingeführt, weil die Deckenkonstruktion, anders als in den meisten Haustypen Mittel- und Nordeuropas von der Dachkonstruktion unabhängig als eigenständiges Bauteil eingeführt wurde. Er führt diese Deckenform auf römische Ursprünge zurück (→S. 5).

Charakteristisch für die Unteransicht der Deckenfläche ist die sichtbare Balkenlage mit aufliegender Boden- und Deckelschalung (Abb. 135.4 A), bei der zwei Lagen gleichlaufender Bretter sich jeweils so überlagern, dass eine geschlossene Fläche entsteht, in der die einzelnen Bretter weiter in ihrem Quell- und Schwindverhalten „arbeiten" können.

Es entsteht so eine stark profilierte Deckenfläche, die in ihre einzelnen Elemente sehr klar gegliedert ist.

Die Balken sind sehr häufig an den unteren Kanten mit kräftigen Fasen von bis zu 1/3 der Balkenbreite versehen, die an den Balkenköpfen und an mittigen Inschriftfeldern mit einer sog. Schiffskehle abgesetzt wurden (Foto 134.1,6,8, 135.1,2,4 A). Dies ist ein sehr wichtiges Detail, dass bei Reparaturen und auch beim Neubau beachtet werden sollte.

Seltener sind andere Profilierungen (135.3) oder andere Absätze (134.9). Als Geschichtsdokumente gelten die Inschriften, meistens Initialen mit Jahreszahlen, die ursprünglich vermutlich besitzrechtlichen Charakter hatten. In diesem Zusammenhang sind auch Blumen- und Sonnensymbole in die Balken geschnitzt worden.

Die Balkenlage ist in vielen Häusern, insbesondere bei größeren Spannweiten mit einem Überzug oder Unterzug in Längsrichtung zum Haus verbunden. Als Unterzug, dem sog. Rast (nach Hermann Phleps, S. 44) hat dieses Bauteil mehrere Funktionen: Es gleicht die Durchbiegung der Deckenbalken aus, dient als Längsaussteifung des Hauses und teilt zudem noch Funktionsbereiche, etwa die Feuerstelle mit dem Rauchfang ab (Foto 134.2).

Die untere, an den Kanten sichtbare Brettlage der Deckenschalung ist mit feinen Profilen an den Kanten versehen (Abb. 135.5). Die Profilierungen in Stab-Kehl- oder Karniesformen beschränkt sich meistens auf die Unterseiten der Bretter, weniger auf die Kanten (a–d). Tiefere Profile (e, f) sind selten und erfordern einen Gehrungsschnitt der Zwischenstücke über den Balken (Foto 135.6), weil sonst ein unschöner Stoß entsteht. Solche auf Gehrung geschnittenen Zwischenstücke, die den Eindruck einer Kassettendecke vermitteln, zeugen von Handwerkskunst und sind sehr selten zu finden. Gleichwohl ist eine so gestaltete Decke sehr viel eleganter und sollte auch bei „modernen" Profilierungen wie dem Viertelstab (135.5.g) für neue Decken angewendet werden (Foto 135.7).

Eine andere, sehr viel seltenere, aber ebenso historische Deckenform ist in Abb. 135.4.B wiedergegeben. Die Deckenschalung ist hier nicht in zwei Lagen sondern als einfache Schalungsebene auf die Balken gelegt. Die stumpfen Stöße werden von Zierleisten, zwischen die Balken zugeschnitten, verdeckt (Foto 135.1).

B

A

10 20 mm

a b c d e f g

Abb. 135.4. ***Deckenschalung***
A Boden- und Deckelschalung
B Stumpfe Schalung mit Deckleisten

Fotos Seite 134–135
Details der Zimmerdecken

Foto 135.6. „Auf Gehrung geschnittenes" Zwischenstück über dem Balken einer alten Decke und
7. einer neuen Decke auf alten Balken.

Abb. 135.5 ***Kantenprofile*** *der Boden-Deckelschalung*

Abb. 136.2. *Fugenbildung bei der Deckelschalung*

5. *Gebrochener Deckenbalken aufgrund zu starker Faserneigung (→ Abb. 173.2)*

Abb. 136.3. *Fußbodenaufbau Dachboden*

1. Deckenbalken
2. Deckelschalung
3. Ausgleichs-Zwischenstücke
4. Rieselschutzpappe, diffusionsoffen
5. Strohlem-Stampflehmschüttung
6. (seltener) Ziegelbelag

Fotos Seite 136.

1. *oben: Entlüftungskasten auf dem Dachboden*
4. *unten: Lehmschüttung auf einer Zimmerdecke. Der Überzug über der Balkenlage lässt die Dicke der Schüttung erkennen.*
   Die quer laufenden Ankerbalken der Dachkonstruktion liegen oberhalb der Deckenebene.

Ein wichtiges Detail zur Klimatisierung der Wohnräume und zur Vermeidung von Kondensation ist der Entlüftungsschacht, der die Decke zum Dachraum durchdringt. Dies ist meist ein einfacher Kasten aus Holz, der von unten mit einer Klappe geschlossen werden kann (Foto 136.1).

Wie die Kellerdecke erhält auch die Zimmerdecke eine Lehm- oder Strohlehmschüttung als massive Dämmschicht mit den bekannten guten Speichereigenschaften. Diese Schüttung ist oft sehr grob und uneben (Foto 136.4), weil der Dachraum in der Regel auch nur zur Lagerung genutzt wurde. Mitunter findet man aber auch glatt abgezogene Stampflehmböden oder gar Ziegelböden.

Typische, häufig auftretende Schäden an Zimmerdecken gibt es kaum. Es sind eher konstruktive Schwächen, die mitunter Probleme bereiten, insbesondere bei höheren Anforderungen an die Dichtigkeit.

So sind in manchen Häusern die Deckenbalken durch die massive Auflast stark durchgebogen. Sie sind deutlich schwächer bemessen als die Balken der Kellerdecke, häufig aus Tannenholz und haben daher eine höhere Durchbiegung. Dies ist nicht als Schaden zu bewerten, bedeutet aber auch, dass der Dachraum über der Decke ohne zusätzliche statische Maßnahmen nicht genutzt werden kann.

Anders als bei der Kellerdecke sind die Balkenköpfe in der Regel nicht durch Fäule gefährdet, wenn das Dach dicht und die Wände trocken gehalten werden. Verfaulte Balkenköpfe sind nur dann zu erwarten, wenn Traufbereiche der Dachflächen oder die Regenrinnen schadhaft sind, sodass über längere Zeiträume Feuchtigkeit in die Wand dringen kann.

Gleichwohl kann es vorkommen, dass Decken von holzzerstörenden Insekten befallen werden, Materialfehler zum Bruch führen (Foto 136.6), oder andere punktuelle Zerstörungen eine substantielle Reparatur notwendig machen. Dies kann im Einzelfall nach dauerhafter Kondensationsfeuchte im Bereich von Küchenherden verursacht werden, insbesondere, wenn mit dem offenen Topf auf dem Feuer „geheizt" und unzureichend gelüftet wird (→ Kondensation S. 41)

In solchen Fällen substantieller Schäden sind die gleichen Schritte angezeigt, die für die Reparatur von Kellerdecken notwendig sind:

- Abnahme der Lehmschüttung vom Dachboden
- Behutsame Abnahme, Reinigung und Lagerung der Deckenschalung
- Auswechseln oder Reparatur der Deckenbalken gemäß den Angaben zur Reparatur von Holzkonstruktionen (S. 163ff)

Ein häufiger Mangel dieser Deckenkonstruktion ist eine Undichtigtigkeit der Brettstöße, sodass Sand und Lehmpartikel durch die Brettfugen der Deckenschalung rieseln. Dies wird heute nicht mehr als komfortabel empfunden und nicht mehr hingenommen. Die Fugen öffnen sich insbesondere dann, wenn bei der Auswahl der Bretter jeweils die rechten Seiten zueinander zeigen (→Material Holz, S. 172). Abhilfe kann geschaffen werden, indem die Fugen gründlich ausgekratzt werden und dann entweder ausgespant (mit einer schmalen Leiste gefüllt, → Fußböden S. 141) oder mit einer speziellen elastischen Dichtmasse für Holz verfugt werden. Diese Masse ist speziell für das Verfugen von Holzstößen entwickelt worden, bleibt dauerelastisch, ist schleifbar und überstreichfähig. Bei dieser modernen Methode sollte man unbedingt auf den richtigen Holz-Farbton und auf eine sparsame Verwendung und saubere Verarbeitung achten.

Bei einer substantiellen Reparatur der Zimmerdecke, wenn die Lehmschüttung abgenommen werden muss, empfiehlt es sich, vor dem Einbringen einer neuen Schüttung eine Papplage als Rieselschutz und zur Winddichtigkeit der Decke über der Schalung zu verlegen mit Überlappung der Stöße und an den Kanten hochgezogen (Abb. 136.2). Auch in diesem Fall und auch bei unbeheiztem Dachraum soll diese Trennlage diffusionsoffen sein (sd-Wert <2 m), jedenfalls in Räumen ohne erhöhten Feuchteanfall wie Wohnräumen. Angesichts der hohen Speicherfähigkeit der Lehmschüttung stellt die Brettschalung selbst eine ausreichende „Dampfbremse" dar. Anders wäre dies für die Auflage von mineralischen Dämmstoffen auf die Brettschalung der Decke. In diesem Falle müsste eine diffusionsdichte „Dampfsperre" mit einem sd-Wert >100 m eingebaut werden (vergl. auch Wärmedämmung S. 213). Dieser Deckenaufbau bringt aber eine Reihe anderer Probleme mit sich, verändert die bauphysikalischen Zusammenhänge des gesamten Gebäudes, wird hier nicht empfohlen und daher nicht weiter diskutiert.

Mitunter sind in der Vergangenheit aufgrund der angeführten Nachteile Zimmerdecken von unten verkleidet und verputzt worden. Wenn dies handwerklich gut durchgeführt wurde, ist eine solche verputzte Decke als Bestand durchaus akzeptabel, wenn aber substantielle Reparaturen anstehen, und eine solche Decke nicht erhalten werden kann, sollte man versuchen, die originale Decke wieder herzustellen (Fotos 137.1-2).

Keller- wie Zimmerdecken sind Holzbalkendecken, die in ihrer sehr spezifischen Ausformung zu der geschlossenen und einmaligen Architektur der siebenbürgischen Bauernhäuser beitragen und daher in diesem Buch eigene Abschnitte verdienen. Sie sind integrale Bestandteile dieser Gebäudeform und sollen in ihrer Eigenart und ihrem speziellen Charakter erhalten bleiben.

Der Begriff Holzbalkendecken muss jedoch umfassender gelten und bezieht auch die weniger spektakulären Deckenkonstruktionen etwa von Ställen und Nebengebäuden ein, die in der Regel zusammen mit den Dachbalken (→Sparrendach S. 78) eingezogen werden. Holzbalkendecken sind darüber hinaus im traditionellen Geschossbau zwischen zwei Geschossen mit nutzbaren Räumen üblich. Wenn dies auch die eingeschossigen siebenbürgischen Bauernhäuser kaum betrifft, so bekommt dieses Thema jedoch immer mehr Bedeutung für Umnutzung und Ausbau von Dachräumen vor allem in ehemaligen Stallgebäuden zu Wohnzwecken. Konstruktion und Aufbau von Holzbalkendecken nach traditionellem Vorbild sollen daher auch in diesem Buch behandelt werden.

1. *Zimmerdecke nach Abnahme einer nachträglich eingebauten Unterdecke mit schadhaftem Anstrich*
2. *Reparierte Decke vor der Endbehandlung mit diffusionsoffener Holzlasur*
3. *Vollbalkendecke eines zweigeschossigen Wohnhauses*
4. *Vollbalkendecke in einem Stall*
5. *Balkenkopf eines Deckenbalken, mit Teeranstrich und durch einen Holzkasten im Mauerwerk geschützt*
6. *Mauertasche mit Holzkasten und Ankereisen eines Deckenbalken*

Abb. 138.1. ***Holzbalkendecke Aufbau mit entkoppeltem Fußboden***

1. Deckenbalken
2. Tragleisten Blindboden 30x50 mm
3. Blindboden 25 mm
4. Rieselschutzpappe, diffusionsoffen
5. Füllung Strohlehm 80–100 mm
6. Traglatten Fußboden 35x60 mm
7. Dämmplatten oder Dämmschüttung 40 mm
8. Dielenboden 25–30 mm gefügt und genutet mit 6x12 mm
9. Federn 6x20 mm
10. Sparschalung Unterdecke 18 mm
11. Deckenputz auf Putzträgermatte

Abb. 138.2. Ausbildung eines Treppenwechsels in der Balkendecke mit

3. Schwalbenschwanzblatt

Traditionell sind zwei Grundformen der Holzbalkendecken verwendet worden:

- Die Vollbalkendecke, bei der die einzelnen Deckenbalken direkt aneinander gelegt werden und so eine geschlossene tragende Deckenfläche bilden (Foto 137.3+4). Diese sehr ursprüngliche Konstruktionsform wurde früher vermutlich aus unbehauenen Stämmen hergestellt und ist sehr materialaufwendig, wurde aber bis in die Neuzeit angewendet. Auf die Balkenlage wurde entweder eine Schüttung und darauf der Dielenboden, oder sogleich die Dielung aufgebracht.
- Die Holzbalkendecke mit Dielung, also eine Kombination aus Balkenlage und Fläche aus Brettern, wie sie heute überwiegend in Ställen und Nebengebäuden üblich ist. In Dachräumen von Sparrendächern bilden die Dachbalken gleichzeitig die Balkenlage für den Fußboden.

In mehrgeschossigen Wohngebäuden haben Deckenkonstruktionen generell verschiedene Funktionen zu erfüllen:

- Abtragen von Nutzlasten aus dem darüberliegenden Raum
- Aussteifung des gesamten Gebäudes
- Raumbildung
- Brandschutz (insbesondere in Gebäuden mit mehreren Wohnungen)
- Schallschutz zwischen Räumen
- Wärmedämmung

Die statischen und tragenden Elemente, die Balken, müssen so bemessen werden, dass sie die zulässige Durchbiegung nicht überschreiten, in der Regel 1/200 der Balkenlänge. Für die in Ställen übliche Spannweite von knapp 5 m ist in der Regel ein Balkenquerschnitt von 18x20 cm bei einem Abstand von 80 cm ausreichend. Wenn man falsche Dimensionierungen vermeiden will, sollte man dafür einen Statiker zu Rate ziehen. Sowohl als Geschossdecke als auch als Balkenlage des Dachtragwerkes haben Balkendecken eine aussteifende Funktion für das Gebäude. Von manchen Ingenieuren und auch Bauämtern werden Betonringanker unter der Balkenlage gefordert. Dies ist jedoch in den meisten Fällen, insbesondere bei den Bauernhäusern eine überzogene und unsinnige Anforderung, weil damit gegenüber dem Aufbau aus Mauerwerk und Holzkonstruktion keine Vorteile sondern eher zusätzliche Probleme geschaffen werden (→Abschnitt Mauerwerk). Unter der Balkenlage des Dachtragwerkes muss allerdings als Längsverbindung in jedem Falle eine zugfeste Mauerschwelle eingebaut werden, bei Geschossen kann dies sinnvoll sein. Um die Balkenköpfe von ringsum eingebauten Balken gegen Fäulnis zu schützen ist ein Luftraum um den Balkenkopf sinnvoll (→Kellerdecken S. 133). Zum gleichen Zweck kann ein Holzkasten um den Balkenkopf geschlagen werden (Foto 137.5).

Üblicherweise wird bei einer neuen hochwertigen Nutzung der Einbau einer neuen Treppe nötig. Ein ausreichendes Treppenauge mit Wechsel der Balken muss dann rechtzeitig eingeplant werden (Fotos 138.2–5).

Die Holzbalkendecken moderner Bauart unterscheiden sich von den Keller- und Zimmerdecken vor allem dadurch, dass die Füllung, die die wichtigen Funktionen des Schallschutzes und der Wärmedämmung zu erfüllen hat, nicht auf eine über den Balken liegende Schalung aufgebaut, sondern in der Balkenebene angeordnet wird, um den Höhenaufbau zu reduzieren. Dazu wird ein Blind- oder Einschubboden zwischen die Balken eingeschoben, darauf ein Rieselschutzpapier und schließlich die Füllung aus Strohlehm eingebracht (Abb. 138.1). Diese kann in relativ weicher Konsistenz im Freifallmischer gemischt, eingegossen und abgezogen werden. Die Dicke der Füllung richtet sich nach der Statik der Gesamtkonstruktion, der Höhe der Balken und nach der Dichte der Strohlehmfüllung. Bei einem Mischungsverhältnis von 60–70 Vol% Stroh und 30–40 Vol% Lehm sollte die Dicke etwa 10–12 cm betragen.
Vor dem Einbau eines Fußbodens muss die Schüttung ausreichend trocknen (mind. 2–3 Wochen), um ein Aufquellen des Fußbodens zu vermeiden (Fotos 139.1–3). Für die Masseschüttung zwischen die Balken kann auch scorie, ein poröses und relativ leichtes Vulkangestein verwendet werden (Foto 139.4).

Für die Decken zwischen Wohnräumen ist vor allem der Schallschutz wichtig. Bei der Schallübertragung unterscheidet man zwischen Luftschall und Körperschall. Luftschall etwa aus Gesprächen wird vor allem durch Masse absorbiert. Daher ist eine Deckenkonstruktion mit einer hohen Masse (Lehmschütttung) die erste Voraussetzung für einen guten Schallschutz. Dies gilt allerdings nicht für harte Massivdecken (z.B. Stahlbeton), die als Membran wirken und insbesondere Körperschall, der sich im konstruktiven Gefüge fortpflanzt und in Decken vor allem aus dem Trittschall oder dem Zuschlagen von Türen übertragen wird, noch verstärken können. Die heute übliche Formel für die Verringerung von Körperschall ist die sog. Entkoppelung innerhalb der Konstruktion, also das konstruktive Gefüge durch weiche, Körperschall nicht übertragende Dämmschichten zu trennen. Für den Deckenaufbau bedeutet dies, den Fußboden, an dem der Trittschall ja entsteht, von der Deckenkonstruktion zu trennen, also nicht direkt auf die Balken zu nageln, sondern davon unabhängig zu verlegen. Dafür gibt es unterschiedliche Systeme die darauf beruhen, dass die Leisten, an der die Dielung befestigt wird, nicht mit den Balken verbunden wird, sondern auf Dämmstoff „schwimmt", und daher auch schwimmende Verlegung genannt wird. Die Abb. 138.1 zeigt einen solchen Fußbodenaufbau.

Fotos Seite 139.

1.+2. Die Lehmschüttung wird zwischen die Balken auf dem Rieselschutzpapier fließfeucht eingebracht, abgezogen und nicht verdichtet, da sie später auch nicht belastet wird. Das Verhältnis von Stroh zu Lehm in Raumteilen beträgt etwa 3:1 und wird im Freifallmischer gemischt.

3. Die fertige Füllung zwischen den Balken sollte mehrere Wochen gut belüftet trocknen. Das Beispiel zeigt den Dachraum über einem ehemaligen Stall, der zu Wohnzwecken ausgebaut wird.

4. Alternativ kann auch eine Schüttung aus Vulkangestein eingebracht werden.

Unterdecken, Dachschrägen, Innenwände

Abb. 140.1. ***Leichtbauwand*** *als Trennwand zwischen Wohnräumen*

1. Ständerreihe Abstand ca. 60 cm
2. Ständerreihe wie vor, andere Seite, nicht verbunden mit 1.
3. Beplankung beidseitig
4. Dämmfüllung (Mineralfilz oder Strohlehm)
5. Reetmatte als Putzträger
6. alternativ: Hühnerdraht
7. Innenputz (Kalk- oder Lehmputz)

2. Herstellung von Strohlehm-„Würsten“ aus langen Strohhalmen und Lehm zum

3. Bau von Wänden in Flechttechnik.

4. Reparatur einer Unterdecke mit Reetmatten und Kalkputz.

5. Für den Neubau von Unterdecken ist alternativ auch der Einsatz von Gipsplatten möglich, hier aus dekorativen Gründen zwischen die Balken verlegt.

Der Raumabschluss des unteren Raumes wird von einer unter die Balken verlegten geschlossen und verputzten Unterdecke gebildet, einem Bauteil, dass es in den Bauernhäusern ursprünglich nicht gab, sondern erst ab Ende des 19. Jh. eingeführt wurde, seit in Sägewerken kostengünstig große Mengen von Brettern hergestellt werden konnten, die für die großflächige Verlegung der Sparschalung gebraucht wurde. Die Balken werden damit verdeckt und verlieren ihren dekorativen Charakter.

Bis zur Erfindung von industriell gefertigten Gipsplatten war die handwerkliche Herstellung solcher Putzflächen von Unterdecken, Dachschrägen und Leichtwänden üblich. Unter die Deckenbalken, bzw. auf die Unterkonstruktion der Wände wird zunächst eine Sparschalung aus 18–20 mm dicken Brettern genagelt, darauf eine Putzträgermatte aus Reet, mit Draht verflochten, geheftet und diese schließlich in 2–3 Lagen verputzt (→ Innenputz S. 73, Foto 134.4).

Allerdings ist die handwerkliche Herstellung der Reetmatten sehr zeitaufwendig. Dieses Trägermaterial wird jedoch zunehmend wieder angeboten. Alternativ kann auch ein feinmaschiges Drahtgewebe (Hühnerdraht) verwendet werden (Foto 73.4).

Die Einfuhr von Gipsbauplatten hat die Herstellung von größeren Flächen im Innenausbau erheblich beschleunigt. Allerdings geht damit auch ein Verlust wertvoller Bautechniken einher, zumal die traditionelle Bauweise mit Kalk- oder Lehmputz auf Reetmatten der Bauphysik alter Häuser sehr viel besser entspricht. Diese Flächen sind deutlich diffusionsoffener als Gipsplatten.

Für die Konstruktion neuer Leichtwände zwischen Wohnräumen (z. B. beim Ausbau von Dachräumen in ehemaligen Ställen) muss wieder ein guter Schallschutz vorgesehen werden, was bei Leichtwänden wegen der fehlenden Masse nicht einfach ist. Auch hierfür bietet sich wieder eine „entkoppelte“ Konstruktionsweise an, bei der beide Wandschalen nicht miteinander verbunden, sondern durch eine Dämmschicht getrennt sind (Abb. 140.1).

Auch für den Bau von leichten Zwischenwänden ist es eine schöne und angepasste Möglichkeit mit einer Holzstakung und Strohlehm zu arbeiten (140.2+3).

Fußböden

Dielenböden aus Holz

Traditionell kommen Fußböden in Innenräumen in zwei Varianten vor:

- Holzdielenböden und
- Fußböden aus gebrannten Ziegelplatten (Terracotta).

Die ursprüngliche Bauweise aus Stampflehm ist heute für die meisten Nutzungen nicht mehr zeitgemäß und nur noch für untergeordnete Zwecke einsetzbar, obwohl solche Böden stabil, langlebig und bauphysikalisch äußerst günstig sind. Sie sind jedoch nicht wischfest und neigen zum Stauben.

Holzfußboden als Teil des Kulturgutes

Das am meisten verbreitete und wohnlichste Material für Fußböden ist Holz, in der Regel Tannenholz, aufgesägt in 25–30 mm dicke Bretter. Früher wurden die Bretter sägerauh und oft mit stumpfen Stößen verlegt, was aber den Nachteil hatte, dass Staub aus der Füllung durch die Fugen drang. Die meisten heute vorhandenen Böden sind aber bereits mit Nuten und Federn verlegt, sodass eine stabile geschlossene Fläche entsteht.

Üblicherweise wurden die Dielenböden regelmäßig mit Seife gescheuert, sodass eine dichte, gleichwohl diffusionsoffene Oberfläche erhalten wurde. Der große Aufwand sowohl bei der handwerklichen Herstellung von Dielenböden, als auch in der Pflege machten den Dielenboden in der Vergangenheit zu einem wertvollen Bestandteil der Wohnung. Wie kaum eine andere Fläche im Hause dokumentiert der Fußboden mit seinen Abnutzungen, Beschädigungen, seinem Fugenbild und seinem Pflegezustand ein lebendiges Bild vergangener Wohnkultur und sollte diese auch in Zukunft ablesbar lassen. Hinzu kommt, dass alte Hobeldielen oft von einer sehr viel höheren Qualität sind, als das Industrieholz unserer Tage, weil man sowohl dem Wachstum der Bäume als auch der handwerklichen Fertigung sehr viel mehr Zeit und Aufmerksamkeit gewidmet hat als heute. Um die Breite der Stämme voll auszunutzen sind die Bretter manchmal in der leicht pyramidalen Form der Stämme besäumt und versetzt verlegt worden.

Reparatur von Dielenböden

Fußböden sind Verschleißbauteile mit sehr unterschiedlicher Beanspruchung und Abnutzung in der Fläche wie etwa in den Laufbereichen, an Absätzen, vor Türen. Aber auch an den wandnahen Dielen, um Wasserzapfstellen und -abläufe oder vor Öfen können punktuelle Schädigungen auftreten.

Mit dem Auswechseln einzelner Dielen oder auch durch das Einarbeiten von Einsatzstücken, wo Dielen punktuell geschädigt sind, kann ein ansonsten gut erhaltener Dielenboden noch auf viele Jahre hinaus erhalten werden. Solche Reparaturen sind auch in der Vergangenheit durchgeführt worden und gehören zum Erscheinungsbild vieler alter Böden. Wichtig dabei ist, mit gleichem Material, gleichen Holzbreiten und Stärken und gut getrocknetem Holz zu arbeiten. Beim Auswechseln einzelner Dielen müssen auch die angrenzenden Bereiche der Dielen von den Tragleisten gelöst werden, um Nut und Federn einsetzen zu können.

1. Ein alter unbehandelter Dielenboden ist sehr dauerhaft, vergraut an der Oberfläche und zeigt deutliche Abnutzungserscheinungen.

2. Neue Hobeldielen können auf gleiche Weise hergestellt werden wie früher, an den Stößen gefügt und genutet für das Einsetzen einer Feder. Die Breite des Stammes sollte voll ausgenutzt und Dielen unterschiedlicher Breiten hergestellt werden.

Ausspanen

Ein sehr häufige Erscheinung an Dielenböden sind breite Fugen zwischen den einzelnen Dielen, die durch das Schwinden des Holzes bei der Trocknung entstehen. Mitunter sind die Fugen so breit, dass die Federn nicht mehr in die Nuten greifen und so der Böden instabil wird und stark staubt. Eine sehr effiziente Methode, die Fugen zu schließen ist das Ausspanen. Dafür werden zunächst die Fugen gründlich ausgekratzt, die Fugenflanken geglättet, der Schmutz abgesaugt. Dann werden trockene Holzleisten aus dem gleichen Material, zuvor grob in der Breite und Höhe mit etwas Zugabe in der Höhe zugeschnitten und in die Fugen eingepasst, indem sie leicht konisch ausgehobelt werden. Die so vorbereitete Leiste (=Span) wird dann einseitig

Abb. 142.1. A-C **Ausspanen**

A Leimfläche — Leiste, konisch zugehobelt — Offene Fuge

B Leiste eingetrieben — Verleimung

C Leiste bündig gehobelt

12 — Stoß oben dicht — 25 — 7,8 — 10 — 20 — Stoß unten offen

Abb. 142.2. ***Stoßausbildung bei Neuverlegung***

Traghölzer — Montagebrett — verschraubt — Keile — Feder — aktuelle Verlegung — vorherige Verlegung — versetzte Nagelung — Randstreifen 2 cm

Abb. 142.3. ***Verlegung Dielenboden***

4. Ausgespanter und geschliffener Dielenboden, geölt und gewachst.

5. Alte Diele, neu verlegt mit ausgebohrten und verpropften Nagellöchern.

mit Leim bestrichen und in die Fuge eingeschlagen, sodass der keilförmige Zuschnitt die Leimfuge gut verpresst. Eine Seite muss ohne Verleimung bleiben, damit der Boden weiter „arbeiten" kann (Abb. 142.1.A–C; 142.2).

Einsatzstücke

Punktuelle Schädigungen oder Fehlstellen im Dielenboden können auch mit Einsatzstücken repariert werden. Oft genügt es das Schadhafte Holz nur bis zur Tiefe von etwa 10–12 mm auszufräsen und dann ein rundes oder trapezförmiges Einsatzstück einzuleimen und in der Fläche beizuhobeln.

Verlegen von neuen Dielenböden

In vielen Fällen, insbesondere bei Dielenböden von nicht unterkellerten Räumen kann es notwendig werden, den alten Boden komplett zu entfernen, wenn etwa im Zuge von größeren Renovierungsarbeiten ein neuer, feuchtesperrender und dämmender Unterboden eingebaut werden soll (vergl. auch S. 134). Man sollte dann aber prüfen ob der alte Boden von solcher Qualität ist, dass er später im selben Raum oder auch an anderer Stelle wieder eingebaut werden kann. Dann müssen die Dielen vorsichtig mit dem Nageleisen von den Traghölzern gelöst, entnagelt, gut gereinigt, nummeriert und sicher und sauber gelagert werden.

Werden neue Hobeldielen benötigt, sollten sie aus festem Holz von guter Qualität sein. Die Ausgleichsfeuchte des Holzes soll um 9% betragen. Die Dielen sollen möglichst raumlang und möglichst breit (15–25 cm) sein. Unterschiedliche Breiten sind durchaus erwünscht und ergeben ein lebendiges Bild, dann sind jedoch nur gleichlaufende Stöße möglich.

Um den Charakter des alten Hauses zu erhalten, sollte man auf den Kauf von industriell hergestellten Dielen verzichten, und die Dielen von einem Tischler aus trockenen Brettern fügen und nuten lassen (141.3). Bei gleichmäßig dick gesägten Brettern kann man auf das Aushobeln getrost verzichten, weil dies mit dem Hobelschlag gewöhnlich ein unschöneres Bild ergibt als die sägerauhen Bretter, die nach der Verlegung leicht geschliffen werden können. Die ideale Form der Stöße und Federn ist in Abb. 142.2 skizziert.

1. Alter Dielenboden, unbehandelt

2. Alter Dielenboden, gebleicht und mit Holzseife behandelt

So sollte der Stoß leicht unterschnitten werden, damit er an der Oberseite immer dicht schließt. Die Federn müssen etwas schmaler sein als beide Nuten zusammen und an den Kanten gebrochen werden, um das Hineingleiten nicht zu behindern. Bei der Verlegung muss das Holz sich auf die spezifische Ausgleichsfeuchte des Raumes eingestellt haben, weil sonst die Gefahr besteht, dass sich die Fugen öffnen. Ist man sich über die Holzfeuchte im Ungewissen, besteht die Möglichkeit, den Boden zunächst lose zu verlegen und nur punktuell festzuschrauben. Nach einer Heizperiode kann man dann die Schrauben lösen, den Boden zusammenschieben, eine weitere Diele einfügen und abnageln.

Die Dielen müssen unter Spannung zusammengepresst abgenagelt werden. Dazu empfiehlt es sich, je nach Breite 3–4 Dielen mit den Federn zu verlegen, im Abstand von einer Dielenbreite dazu ein Montagebrett stramm auf die Traglatten zu schrauben und dann mit Keilen die Dielen fest aneinander zu pressen. Die Keile sollten aus einer Diele geschnitten und so angesetzt werden, dass sie zur Diele und zum Montagebrett hin mit einer Feder in ihrer Lage fixiert werden können, um eine gute und zerstörungsfreie Kraftübertragung zu gewährleisten. So können die Dielen vesetzt genagelt werden. Danach werden die Keile und das Montagebrett gelöst und der Vorgang mit den nächsten Dielen wiederholt. Die Nägel (→ Stauchkopfnägel S. 201) sollten schließlich auf der ganzen Fläche mit einem Senkdorn in das Holz versenkt werden. Am Rand zu den Wänden muss ein 2 cm breiter Streifen Abstand eingehalten werden.

Oberfläche

Die alten Dielenböden sind mit Lauge und Seife behandelt worden und haben keine weitere Oberfläche erhalten. Heute werden hochwertige Holzseifen im Handel angeboten, die eine dauerhafte und diffusionsoffene Oberfläche bilden. Keinesfalls sollen Holzfußböden mit Lacken versiegelt werden, weil damit die Oberfläche abgeschlossen wird. Lacke bilden nur kurzfristig einen dichten Überzug und sind daher auch nur kurzfristig schön. Kratzer, Risse, eindringende Feuchtigkeit und das Arbeiten des Holzes lassen die Oberfläche bald scheckig und unschön erscheinen, und die Beschichtung ist dann nur mit „brutalem" Schliff zu entfernen. Ölen und Wachsen ist hier eine sehr viel angepasstere Oberflächenbehandlung, obwohl auch dies nicht dem originalen Charakter der siebenbürgischen Bauernhäuser entspricht. Am besten, man lässt den Boden unbehandelt, bzw. nur gelaugt und gescheuert in Ehren ergrauen.

Auch einen alten Dielenboden sollte man unbehandelt lassen. In den vergangenen Jahren ist das Abschleifen mit schweren Schleifgeräten sehr beliebt geworden, jedoch muss auch dies mit Vorbehalt gesehen werden. Beim Schleifen wird die Holzoberfläche sehr unterschiedlich abgetragen, und damit auch die sehr dünne dunkle Holzschicht der Oberfläche. Ein scheckiges Gesamtbild ist die Folge und zudem wird die Dicke der Dielen stellenweise unnötig geschwächt.

Haben Schmutz- und alte Farbschichten den Boden verschandelt, dann sollten sie mit Anlauger, mit Ziehklingen und leichten Handschleifgeräten entfernt, und der Boden danach mit Holzseife behandelt werden.

Ziegel- oder Terracottaböden

1. *Alter Ziegelboden, geölt und gewachst in gutem Pflegezustand.*
2. *Neu verlegter Ziegelboden, beide im Fischgratverband.*

Abb. 144.3. Historisch belegte Verlegemuster von Ziegelplatten mit dem Seitenverhältnis 1:2.

4. *Verlegung im Läuferverband. Die Ziegel sind fugenlos mit der besandeten Rückseite nach oben verlegt.*

Obwohl Böden aus gebrannten Ziegeln baugeschichtlich ebenso überliefert sind wie Böden aus Holz, sind sie doch in Siebenbürgen weit weniger verbreitet. Mag dies an der wärmeren Wohnlichkeit oder an der kostengünstigeren Verfügbarkeit von Dielenböden liegen, jedenfalls sind Ziegelböden in den Bauernhäusern auf wenige Bereiche wie Dachböden und stark beanspruchte Wirtschaftszonen beschränkt.

Ziegelböden sind gegenüber Holzfußböden auf feuchtebelasteten Untergründen deutlich dauerhafter, sie lassen sich in vielerlei Formen verlegen und können sehr einfach auch in kleinen Bereichen repariert werden.

Heute gewinnen Ziegelböden insbesondere in ebenerdigen, nicht unterkellerten Räumen, in genutzten Kellerräumen und als Treppenstufen zunehmend wieder an Bedeutung, eben weil sie hier dauerhafter sind als Tannenholz. Wie Ziegelsteine sind solche Böden porös und saugfähig, und erlauben daher einen Feuchtausgleich mit der Umgebungsfeuchte. Gerade dieser bauphysikalische Vorteil ist es aber, der die Ziegelböden anfällig gegen Staub und Verschmutzung macht, indem wasserlösliche Verschmutzungen in die Poren dringen und sich hier festsetzen kann. Daher wird auch dieses Material zunehmend unter dem Aspekt von pflegeleichteren, dichteren Oberflächen von gepressten und glasierten Fliesen verdrängt. Sehr zu Unrecht und zum Nachteil der Häuser, weil damit auch die Diffusion unterbunden wird und der historische Charakter verloren geht. Insbesondere auf Treppenstufen wirken die dünnen Industriefliesen deplaziert, wenn über kurz oder lang Ecken und Kanten abbrechen. Fliesen sind häufig nicht rutschfest und brauchen einen harten Untergrund. Insbesondere auch für Fußböden gilt der Grundsatz, in historischen Häusern andere Maßstäbe anzusetzen als im Neubau. Es erfordert ein Umdenken von Bauherren, Architekten, Planern und Handwerkern, sich von Vorstellungen von ebenen, rechtwinkligen, geraden, dichten und harten Oberflächen zu lösen und sich organischeren, weicheren und diffusionsoffenen Konstruktionen zuzuwenden, deren Vorteile und Nachteile zu erkennen und zu akzeptieren.

Verlegung

Ziegelböden können aus Mauerziegeln wie auch aus eigens für Fußböden hergestellten etwa 3 cm dicken Terracottaplatten auf nahezu jedem einigermaßen festen Untergrund im Sandbett oder Mörtel verlegt werden. Ziegelplatten werden heute von einigen Herstellern (z. B. in Sighisoara) in guter Qualität gefertigt.

In nicht unterkellerten Wohnräumen sollte zur Vermeidung von aufsteigender Feuchtigkeit und zur besseren Dämmung ein Unterboden aufgebaut werden wie in Abb. 144.1 dargestellt. Die Sohle muss zunächst auf ein Niveau von 40–45 cm unterhalb des fertigen Fußboden abgegraben und geebnet werden. In Kellerräumen mit sehr feuchtem Boden muss eventuell in einem Randstreifen entlang der Fundamente unterhalb dieses Niveaus eine Innendrainage verlegt werden, die das Wasser nach außen abführt, wenn dies nicht durch eine Außendrainage erreicht werden kann.

Auf den gewachsenen Boden wird eine kapillarbrechende Schicht aus Grobkies (Ballast 8–32 mm, 15–20 cm dick) geschüttet und verdichtet. Diese verhindert mit ihrem großen Porenvolumen den kapillaren Aufstieg von Bodenfeuchtigkeit. Darauf sollte ein Rieselschutz verlegt werden, um ein Zusetzen der Porenräume durch Feinsande der folgenden Materialschichten zu vermeiden. Bahnen aus Geotextilien können hier eingesetzt werden. Diffusionsdichte Kunststofffolien

Abb. 145.1. Fußbodenaufbau auf Erdreich von nicht unterkellerten Räumen

1. Gewachsener Boden
2. Grobkies 8-32 mm
3. Rieselschutz
4. Dämmschüttung
5. Stampflehmplatte
6. Terracottaplatten im Mörtelbett

wie etwa die weit verbreitete Noppenfolie können ebenfalls eingesetzt werden, damit wird aber auch eine Verdunstung durch die Bodenfläche verhindert, was in Einzelfällen eine höhere Feuchtebelastung der Fundamente und Grundmauern zur Folge haben kann. Die Verdunstungsfähigkeit (diffusionsoffen) sollte über die gesamte Bodenfläche erhalten bleiben.

Auf den Rieselschutz wird eine Dämmschüttung aus porösem Vulkangestein (scorie) oder einem anderen unverrottbaren Material wie etwa Blähton in einer Dicke von 12–15 cm aufgebracht.

Die konventionelle Bauweise sieht für einen solchen Bodenaufbau eine Betonplatte, Styropordämmung und Zementestrich vor. Auf diese nahezu irreversible aber normgerechte Bauweise kann man jedoch gut verzichten, wenn man die „weiche" Bauweise der alten Bauernhäuser akzeptiert hat, auf die ja kaum eine Norm anwendbar ist.

Dann kann man mit gutem Gewissen auf die Dämmschüttung eine Bodenplatte aus Stampflehm aufbringen und verdichten (Foto 144.2). Eine Dicke von 8–10 cm ist dafür ausreichend. Der Lehm soll nicht zu fett und relativ trocken eingebracht werden, um das Schwinden möglichst gering zu halten.

Nach der Trocknung und ggf. Nachverdichtung kann darauf der Ziegelboden in Kalk- oder Lehmmörtel verlegt werden. Der Verlegeart, ob im Läufer-, Fischgrat-, Block- oder einem anderen Verband ist dem Geschmack und der Phantasie anheim gegeben. Auch eine Mischung mit anderen Formaten oder Ziersteinen ist denkbar, historisch aber in Siebenbürgen nicht belegt. Es empfiehlt sich, vorab einen Verlegeplan anzufertigen. In jedem Falle sollte ein Randfries aus parallel verlegten Platten eingeplant werden (Abb. 144.3; Foto 144.2, 145.5). Die Platten werden nicht mit der handgestrichenen Seite, sondern mit der besandeten Rückseite nach oben fugenlos dicht verlegt.

Oberflächenbehandlung

Traditionell wurde die Oberfläche durch die Benutzung verdichtet, indem der Sand aus der Plattenoberfläche abgerieben und in die Plattenstöße gewischt wurde. Scheuerseife verdichtete die Poren und die besandeten Fugen.

Diesen Prozess kann man für eine gezielte Oberflächenbehandlung beschleunigen, indem man den Feinsand mit grobem Sandpapier in die Plattenstöße schleift (Foto 145.5), und die Fläche dann mehrmals mit Leinöl einlässt.

2. *Kiesschüttung mit Installationskanal*
3. *Stampflehm auf Dämmschüttung*
4. *Verlegung der Platten in Kalkmörtel*
5. *Schleifen der verlegten Fläche*
6. *In Ergänzung ist in bestimmten hoch beanspruchten Bereichen eine Verlegung von Natursteinplatten sinnvoll.*

Treppen und Stiegen

Treppenformen in Siebenbürgen

Abb. 146.3. Blockstufen

Fotos Seite 146.

1. *Blockstufen seitlich im Mauerwerk*
2. *Blockstufen freistehend, Profilierung seitlich herumgeführt*
3. *Bauprinzip Blockstufen mit unterschiedlicher Profilierung*
4. *Blockstufen mit abgesetzter Unterschneidung*
5. *Stufen zum Keller aus ausgewählten, unbearbeiteten Natursteinen*
6. *Einbaumtreppe (Kirchenburg Archita/Arkeden)*

Treppen spielen in den eingeschossigen siebenbürgischen Bauernhäusern nur eine untergeordnete Rolle. Gleichwohl muss in nahezu allen Häusern ein Niveauunterschied vom Hof zur Wohnung überwunden werden, und auch die Zugänge zu den Kellern sind nur über mehrere Stufen zu erreichen. Bansen- und Bodenräume über den Häusern und Ställen werden meistens nur über einfache Leiterstiegen erschlossen.

Allerdings hat der Bau auch von längeren und stabilen Treppen in nahezu allen Dörfern eine reiche Tradition, weil die Kirchenburgen mit ihren hohen Wehrgeschossen, Türmen und Gaden eben nur in der Höhe erschlossen werden konnten. Auch dieser Treppenbau hat natürlich im bäuerlichen Milieu seine Wurzeln und verdient eine genauere Betrachtung.

Mit der zukünftigen Verdichtung der Bauernhäuser, etwa dem Ausbau von Dachgeschossen wird dem Bau von Treppen eine höhere Bedeutung zukommen, sodass es sich lohnt auf die tradierten Treppenformen zu schauen und hier ggf. Vorbilder für eine angepasste Weiterentwicklung zu finden.

Eingangstreppen aus Blockstufen

Die heute am weitesten verbreitete Treppenform besteht aus Blockstufen aus Eichenstämmen, bemessen nach der Steigung (S) und dem Auftritt (A). Die Stufen liegen seitlich im Mauerwerk und sind mit einer Unterschneidung (U) versehen. Idealerweise liegen sie in der Länge mit etwa 3 cm Auflagerfläche aufeinander auf (Abb. 146.3; Foto 146.1+2). Die Unterschneidungen sind meistens fein profiliert (Stufe 2-4), und manchmal seitlich abgesetzt (146.2+4).

Solche hölzernen Blockstufen sind auch für die Kellerabgänge weit verbreitet. Aufgrund der dauerhaften Bodenfeuchtigkeit sind diese Kellertreppen aber häufig der Fäulnis preisgegeben, weil Holz hier kein geeignetes Material ist. Hier sind Stufen aus Naturstein die weitaus dauerhaftere Wahl. Aber gerade auch bei den Kellertreppen ist die Phantasie vergangener Generationen besonders erfindungsreich gewesen, sodass hier alle möglichen Formen und Materialkombinationen vertreten sind.

Ähnlich überraschend phantasievolle Formen findet man mitunter bei den Leiterstiegen, die offenbar vorzugsweise aus aufgespaltenen dünnen Stämmen gefertigt wurden. Ein Krummwuchs verläuft dann auf beiden Seiten parallel (Foto 148.4).

Damit sind die Treppenformen in den meisten Bauernhäusern eigentlich bereits erschöpfend dargestellt. Eine Erwähnung sind aber noch die seltenen engen Treppen wert, in die manchen Stallgebäuden zwischen zwei Querwänden auf den Aufboden führen.

Jedoch sollen hier ja auch die in den Wehranlagen und dörflichen Wirtschaftsgebäuden üblichen Treppen vorgestellt und auf ihre Eignung für einen künftigen Ausbau der Bauernhäuser untersucht werden.

Die baugeschichtlich älteste Treppenform ist vermutlich die **Einbaumtreppe.** Aus einem Stamm wurden keilförmige Kerben ausgeschnitten, sodass eine begehbare schmale Treppe entstand. Solche Treppen sind in Archita/Arkeden noch erhalten (Foto 146.6), sind aber für den Ausbau zu Wohnzwecken ungeeignet.

Eine andere ebenso archaische Treppenform ist die **Blocktreppe**, eine Konstruktionsform, die sich in verfeinerter Ausführung bis in unsere Tage erhalten hat (Abb. 147.1+2). Auf zwei kräftige Kanthölzer, fixiert im Steigungsverhältnis der Treppe, wurden keilförmig radial aus dem Stamm gespaltene Stufen mit Holznägeln geschlagen. Aufgrund der massiven Stufen können Blocktreppen auch in größeren Breiten hergestellt werden. Sie sind aber auch sehr schwer und daher hauptsächlich für kurze Treppenläufe auf stabilem Grund geeignet.

Weit verbreitet ist die **eingeschobene Treppe,** die für lange Treppenläufe, also auch für hohe Geschosse verwendet werden kann. Auch diese Treppe besteht im Wesentlichen aus zwei kräftigen zugebeilten Kanthölzern von 12x12 – 15x18 cm, in die die Stufen in Nuten eingeschoben werden. Die Nuten können sehr einfach mit der Säge und dem Stecheisen ausgearbeitet werden. Zusammengehalten wird diese Treppe mit 2, 3 oder 4 durchgehenden Treppenschrauben aus geschmiedetem Rundeisen, Gewinde und Mutter (Abb. 147.3). Die Stufen aus Tannenholz sind bei vielen historischen Treppen dieser Bauweise sehr dünn bemessen und nach Abnutzung gefährlich.

Mit dem Übergang zu einem rechteckigen Pfostenquerschnitt von etwa 8x16–20 cm kann diese Treppenform als Vorläufer der heute üblichen Wangentreppen gesehen werden. Die Stufen springen entweder zurück, sodass die Nut sichtbar ist (Stufe 1), oder stehen etwas vor (Stufe 2). Oft sind auch die Vorderkanten etwas breiter abgesetzt, sodass die Stufen dann mit einem Nagel auf den Wangen befestigt werden können (Abb. 147.5).

Für einen seitlich stabilen Sitz der Stufen sind alternativ zur Treppenschraube andere Befestigungen der Stufen in den Wangen entwickelt worden, die ohne Metallverbindungen auskommen.

Eine sehr elegante und handwerklich wertvolle Variante ist, jede 4.–5. Stufe mit seitlichen Zapfen zu versehen, die durch die Tragpfosten (=Treppenwangen) trapezförmig durchgestemmt und von außen mit Keilen stramm fixiert werden. Diese Stufen können nicht mehr herausgezogen werden und halten auch die dazwischenliegenden Stufen fest in ihrer Einbaulage. Foto 147.4 zeigt eine Solche Treppe im Fruchthaus der Kirchenburg Apold/Trappold. Dieses Prinzip wurde nach Abb. 147.5 für moderne Treppen angewendet.

Abb. 147.1+2. ***Blocktreppe*** *aus radial gespaltenen Eichenstämmen mit Holznägeln befestigt*

Abb. 147.3. ***Eingeschobene Treppe*** *mit Treppenschraube*

Abb. 147.4.+5. Durchgestemmter Zapfen mit Verkeilung

Reparatur und Neubau von Holztreppen

Fotos Seite 148.
1. *Eingeschobene gegratete Treppenstufe*
2. *Gegratete Stufe und gegrateter Geländerpfosten*
3. *Spindeltreppe aus vorgefertigten Blockstufen*
4. *Leiter aus einem gespaltenem krummen Stamm*
5. *Neuer Kellerabgang: Stufenvorderkanten aus Eichenholz, Auftrittflächen aus Terracottaplatten*
6. *Vormontage einer 1/2 gewendelten Treppe in der Werkstatt*

Abb. 148.2.

Eine weitere Variante ist das einseitige Graten der Treppenstufen. Die Stufenkanten werden schwalbenschwanzförmig abgesetzt und in entsprechend ausgesägte Nuten eingeschoben (Foto 148.1). Das Graten ist eine sehr alte traditionelle Verbindungstechnik im Holzbau, die das Arbeiten des Holzes sehr gut berücksichtigt. Üblicherweise wird, anders als auf dem Foto, der Grat auf der Oberseite angebracht, weil die Stufe auf der geraden Fläche besser liegt.
Man kann diese Technik auch vorzüglich zum Befestigen von Geländerpfosten anwenden (Abb. 148.2). Gratleisten/ -Pfosten sind erstaunlich stabil bei Querbelastungen, insbesondere in Eichenholz. Man muss aber auf trockenes Holz achten, weil die Verbindung durch das Schwinden des Holzes lose werden kann. Um dieses zu vermeiden, können Gratleisten und Gratnuten leicht konisch ausgearbeitet werden, man kann die Leiste oder den Pfosten dann nachschlagen und er sitzt immer fest.
Diese Treppenformen können in all ihren Varianten vorzüglich auch im modernen Treppenbau verwendet werden, um so an gute regionaltypische Traditionen anzuknüpfen.

Spindeltreppe

Auch Spindeltreppen sind in Siebenbürgen weit verbreitet. Sie eignen sich für enge räumliche Situationen und große Höhen. Spindeltreppen sind in der Regel aus einem Element aufgebaut, einer eigens für Spindeltreppen zugeschnittenen Blockstufe aus Eichenholz oder Naturstein. Die Form dieser Stufen ist zwar etwas kompliziert, aber immer gleich, sodass eine Vorfertigung einfach und sinnvoll ist.
Spindeltreppen können in leichterer Ausfertigung als Alternative zu gewendelten Treppen in begrenzten räumlichen Situationen auch für den Ausbau von Bauernhäusern sinnvoll sein.

Reparatur historischer Treppen

Grundsätzlich gilt auch für die Reparatur oder den Ersatz von Holztreppen, dass diese Elemente sich an den vorhandenen konstruktiven Prinzipien orientieren müssen, um den spezifischen Charakter zu wahren. Blockstufen, wenn sie denn insgesamt noch ausreichend stabil sind, können mit Einsatzstücken repariert werden. Insbesondere ausgetretene Stufenvorderkanten können auf der begehbaren Breite ausgefräst und mit einem neuen Einsatzstück aus Eichenholz, möglichst in der ganzen Höhe des Überstandes ergänzt werden.
Sind einzelne Stufen aber so weit geschädigt, dass sie nicht mehr stabil sind, sollten sie insgesamt ersetzt werden. Es macht wohl nur in besonderen Fällen Sinn, Treppenstufen nach den Prinzipien der Balkenverlängerungen (→ S. 186) im vollen Querschnitt nur in Teilen zu ersetzen.

Für die Reparatur von Kellerabgängen sollte man überlegen, hölzerne Stufen durch Natursteinstufen zu ersetzten oder zumindest die Anteile aus Holz auf gut belüftete Vorderkanten zu beschränken und einen Einbau so vorzunehmen, dass diese Elemente leichter ausgetauscht werden können (z. B. wie in Foto 148.5 in Kombination mit Ziegeln).
Lose Stufen können zusätzlich durch geschmiedete Verbinder und Nägel befestigt werden. Moderne Kreuzschlitz-Holzschrauben oder Nagelplattenverbinder zeugen von mangelnder Handwerkskunst und sollen in historischen Konstruktionen nicht eingesetzt werden.

Treppenbau heute

Mit Ausnahme der Spindeltreppen haben die historisch überlieferten Treppen generell gerade Läufe. Die Längen, Auftritte und Steigungen folgen den jeweiligen örtlichen Bedingungen und sind nur selten normgerecht.
Für einen modernen Wohnkomfort müssen Treppen jedoch sorgfältig geplant, bemessen und mit der vorhandenen räumlichen Situation abgestimmt werden. Wichtig für eine bequeme Benutzung der Treppe ist zunächst einmal ein gleichmäßiges Steigungsverhältnis auf dem gesamten Treppenlauf, das sich aus dem Verhältnis von Steigung (S) zu Auftritt (A) (Abb. 146.3) errechnet. Beide sind durch biologische Maße bestimmt. So liegt die Schrittlänge des Menschen zwischen 60 und 66 cm, die Sprossenabstände einer Leiter bei 31 cm. Aus diesem Verhältnis leitet sich die Schrittmaßregel ab:

$$2 \cdot S + A = 63 \text{ cm}$$

Diese Regel wendet man für den üblichen mittleren Bereich der Treppensteigungen an (Abb. 149.2) und insbesondere dann, wenn Geschosshöhe und die Lauflänge ungefähr festliegen.
Die bequemste Steigung mit dem geringsten Kräfteaufwand liegt bei Steigungsverhältnis von S/A = 17/29 cm, also etwa bei 30°. In engen räumlichen Verhältnissen ist dies jedoch kaum zu verwirklichen. Allerdings sollen Treppen zu Wohnräumen nicht steiler sein als 45° also ein Steigungsverhältnis von 21/21 cm nicht überschreiten.

Abb. 149.4. Grafische Ermittlung der Steigungsverhältnisse nach der Formel 2·S + A = 63 cm [74]

Enge räumliche Situationen, gerade in ehemaligen Stallgebäuden, erlauben nur selten den Bau eines geraden Treppenlaufes. So kann es notwendig werden, auch eine 1/4 oder 1/2 gewendelte Treppe neu zu bauen. Solche Treppenkonstruktionen sind jedoch recht kompliziert und können nur von geschulten Treppenbauern gefertigt werden. Meistens ist mit dem Bau einer gewendelten Treppe auch ein Eingriff in die Balkenlage der Decke und damit in die Statik der Hauses verbunden. Treppen dienen der Verkehrssicherheit des Hauses. Sie müssen statisch richtig bemessen und nach Aspekten der Sicherheit und des Brandschutzes konzipiert werden.

Fotos und Abb. Seite 149.
1. *Eine genaue Planung im Maßstab 1:20 und ein Aufriss im Maßstab 1:1 sind Voraussetzungen für das Gelingen einer gewendelten Treppe.*
2. *1/2 gewendelte Treppe in begrenzter räumlicher Einbausituation ohne Setzstufen und*
3. *geschlossen mit Setzstufen.*
4. *Ermittlung der Steigungsverhältnisse*

Türen

Historische Türkonstruktionen

Abb. 150.1. Nachzeichnung einer Wendebohlentür aus dem 15. Jh.

2. Wendebohlentür mit gezapften Querriegeln als Stalltür

3. Gratleiste, darunter Langband

4. Bretttüre mit Gratleisten

Abb. 150.5. **Prinzip Gratleiste**
Die Gratleiste wird in die Gratnut eingeschoben und verhindert das „Verwerfen" des Holzes, nicht aber dessen Schwind- und Quellverhalten.

Türen sind seit Beginn der Zivilisationsgeschichte in Gebrauch, als mit der Sesshaftigkeit und der Vorratshaltung der Schutz des Eigentums an Bedeutung gewann.[75] Die Tür, zunächst einzige Öffnung zum Innenraum, hat in der Baugeschichte wie in der Mythologie eine herausragende Bedeutung. Sie ist gleichzeitig Abtrennung und Verbindung mit hohem Symbolwert. Die Tür, und mit ihr insbesondere die Schwelle ist Symbol für den Übergang nicht nur von einem Raum zum anderen, sondern von einem Zustand zum anderen, von einer Sphäre (der öffentlichen) zur anderen (der privaten). Die Schwelle überschreiten heißt Grenze überschreiten. In vielen Gesellschaften der Vergangenheit konnte dies nur in demütiger Haltung mit geneigtem Kopf geschehen. Die Römer haben dem Übergang mit Ianus (abgeleitet von ianua=Tür) gar eine Gottheit gewidmet. Die Türen sind bis in die Neuzeit mit vielerlei Symbolen geschmückt worden, von Symbolen, die Reichtum und Glanz des Besitzers repräsentieren über Symbole zur Wehrhaftigkeit und Kraft der Bewohner bis hin zu christlichen Segens- und Schutzwünschen an Spruchbalken über der Tür.
Dabei sind die Türen vor allen anderen Bauelementen Repräsentanten der Gebäude, zu dem sie gehören. Haupteingänge zu Kirchen, Schlössern, Verwaltungsgebäuden und auch Pfarrhäusern haben dabei aufgrund der sozialen Stellung der Bewohner einen sehr viel bedeutsameren administrativen Stellenwert als die Eingangstüren der Bauernhäuser, gleichwohl haben auch die selbstbewussten Bauern durch schmuckvolle Handwerkskunst Wohlstand und Kraft zum Ausdruck bringen wollen.
In der Profanarchitektur Siebenbürgens tritt dies zuerst an Gassentürchen und an Toren in den Hofmauern in Erscheinung, weniger an den Haus- und Innentüren, obgleich auch hier mitunter kunstvolle Details von selbstbewusster Wohnkultur zeugen (Fotos 151).
Und wieder einmal überraschen den aufmerksamen Betrachter in manchem Hof gerade die untergeordneten Türen zu Ställen, Nebengebäuden oder untergeordneten Kammern, weil hier mitunter Türformen längst untergegangener Epochen zu finden sind.
Die ältesten Türfunde in Europa, etwa seit der Zeitrechnung bis ins 15. Jh. sind

Wendebohlentüren, die aus einem oder mehreren gespaltenen und bearbeiteten Brettern gefügt wurden, verbunden mit Querhölzern und mit angearbeiteten Zapfen als Drehachse, die in entsprechenden Bohrungen in der Schwelle und dem Türsturz geführt wurden (Abb. 150.1). Dieses Konstruktionsprinzip findet man heute in abgewandelter Form bei Toren, aber auch noch bei Stalltüren (Foto 150.2).
Die nächste Generation von Türen, aus der Wendebohlentür entwickelt, sind die **Bretttüren,** die mit Eisenbeschlägen, zunächst Langbändern mit Stützkloben an den Türstock geschlagen wurden. Im Unterschied zu den Wendebohlentüren, die an Schwelle und Sturz befestigt wurden, bedürfen die Bretttüren also eines kompletten Rahmens aus Schwelle, Sturz und senkrechten Rahmenhölzern. Diese **Blockzarge** mit oder ohne Falz für das Türblatt konnte als eigenständiges Element aufgestellt und das Mauerwerk darum herum errichtet werden (Abb. 152.1. A+B; Foto 152.3). Das Türblatt wurde mit Gratleisten aus mehreren Brettern zusammengefügt (Foto 150.3-5). Lattentüren mit Zwischenräumen zwischen den senkrechten schmalen Latten und Bretttüren ohne Gratleisten müssen zur Stabilität mit Quer- und Strebeleisten verbunden werden (Abb. 153.5).
In der Gotik sind stumpfe Bretttüren mit reicher, aus dem Brett geschnitzter Flächenprofilierung, reiches Schmiedehandwerk, oft auch mit Eisenflächen beschlagene Türen verbreitet. Beschläge wurden reich verziert und das bis heute weiter entwickelte Kastenschloss erfunden.
Seit der Renaissance im 17. Jh. kommen **Rahmenaufdoppelungen** in Gebrauch, die den Eindruck einer Rahmen-Füllungstür mit rechteckigen Füllungen erwecken (Foto 151.1+2). Die Aufdoppelungen werden mit Holznägeln oder mit geschmiedeten Eisennägeln auf die Bretttüre geschlagen und die Türen mit bäuerlichen Bemalungen verziert.
Bretttüren mit Gratleisten und vollflächiger Aufdoppelung aus aufgenagelten Profilbrettern sind seit dem Barock verbreitet. Sie stellen im Prinzip keine neue Türform dar, sind aber durch eine reichere Profilierungen und schmiedeeiserne Beschläge gekennzeichnet. Dieses Konstruktionsprinzip eignet sich hervorragend für wetterbeanspruchte Türen, weil bei

1.+2. Originale Türen mir Rahmenaufdoppelungen

Abb. 151.3. Konstruktionsprinzip der vollflächigen Aufdoppelung

4.–6. Aufgedoppelte Gassentüren mit Sonnenmotiv

7. Schnappschloss aus dem 18. Jh.

8. Aufgearbeitetes Kastenschloss aus dem 19. Jh an einer neuen Füllungstür.

A. Blockzarge mit Türfalz im Mauerfalz / Bretttüre mit Gratleiste
B. Blockzarge ohne Türfalz in Leibungsmitte / Bretttüre mit Aufdoppelung
C. Türfutter als wandbreites Brett mit Bekleidung / Bretttüre mit Aufdoppelung
D. Türstock im Mauerfalz, Türfutter und Türblatt als gestemmte Rahmenkonstruktion mit Füllung

Abb. 152.1. ***Türstock- / -Rahmenkonstruktionen***

Fotos Seite 152.

2. *Oberstück einer Blockzarge als Teil des Türsturzes aus Eichenholz (wie Abb. 152.1.B) ohne Türfalz aber mit Fase außen. Die vertikalen Hölzer sind zur Reparatur herausgenommen.*
3. *Eckverbindung einer Türbekleidung bzw. wandstarker Blockzarge als Kastenkonstruktion mit Zinken (wie Abb. 152.1.C)*
4. *Türstock aus Fichtenholz in Mauerfalzen für den späteren Einbau eines Türfutters (Abb. 152.1.D)*

richtiger Anordnung von Spundungen bzw. Nut und Feder ein guter konstruktiver Holzschutz gewährleistet ist. So findet man auch heute noch diese Türform in unterschiedlicher Ornamentik vorzugsweise an Gassentüren (Fotos 151.3-6). Auch diese Türen sind an Blockzargen angeschlagen (Abb. 152.1.A+B).

Gestemmte Türen aus Rahmen-Füllungskonstruktionen werden in Deutschland seit Mitte des 17. Jh., in Siebenbürgen vermutlich seit dem 18. Jh. hergestellt. Diese neue Konstruktionsform erlaubt eine breite Palette gestalterischer Möglichkeiten und Entwicklungen der Tür als maßhaltiges Bauteil. Wegen der gestemmten Zapfen- Lochverbindungen werden stärkere Hölzer von 36–40 mm für den Flügelrahmen erforderlich. Diese stärkeren Rahmen machen die Verwendung von neuen, in die Rahmenhölzer eingesteckten Schlössern möglich.

Oberlichter, wie man sie häufig über Eingangstüren findet, sind seit Mitte des 18. Jh. bekannt. In dieser Phase einer dynamischen Entwicklung und relativen Wohlstandes lösen Futter und Bekleidung den massiven Türpfosten ab. Gleichwohl bleibt der Türstock als Bauteil erhalten. Er wird weiterhin vom Zimmermann im Rohbau zusammen mit dem Mauerwerk gestellt, die Tür mit Futter und Bekleidung dann vom Bautischler in der Ausbauphase eingebaut (Abb. 152.1.D).

Alle modernen Massivholztüren sind Weiterentwicklungen dieses Konstruktionsprinzips.

Wie mit den Fensterformen haben sich in Siebenbürgen auch alle oben beschriebenen Entwicklungsstufen der Türen erhalten. Ob es sich dabei um Originaltüren aus den frühen Epochen des Steinbaus in Siebenbürgen handelt, oder ob sich lediglich die im Vergleich einfacheren Bauweisen erhalten haben ist ungewiss. Hier bleibt ein weiteres Feld für die Hausforschung. Aus heutiger Sicht sind jedenfalls beide Möglichkeiten von großem Wert: Der Erhalt der originalen Tür als mit seinem Zeugniswert aus einer vergangenen Epoche ebenso wie der Erhalt traditioneller Handwerkstechnik als Teil wertvoller Kulturtechnik, ohne die unsere Welt ärmer und dümmer würde.

Jedenfalls finden wir heute in den Bauernhäusern Siebenbürgens die Nachfahren aller drei Grundformen von Türen gleichberechtigt nebeneinander.

Reparatur und Neubau von Holztüren

Reparaturen an Holztüren

Reparaturen an alten Holztüren folgen den gleichen Prinzipien wie bei den Fenstern beschrieben (→Reparatur und Aufarbeitung alter Holzfenster S. 112).

Wie bei den Fenstern können einzelne Hölzer ersetzt oder Einsatzhölzer eingearbeitet werden, insbesondere bei mechanischen Zerstörungen von Beschlägen, wie sie bei Türen häufiger vorkommen (Fotos 153.1-3). Auch hier sollen stumpfe Stöße an Hirnholzflächen vermieden, sondern schräg angeschnitten werden. Obwohl auch bei den Türen selbstverständlich ein passgenaues Arbeiten angestrebt werden soll, können bei schwierigen Reparaturen an hochbelasteten Stellen auch moderne fugenfüllende Kleber verwendet werden.

Die Details für eine Reparatur muss dabei immer auf die Konstruktion der Tür im Zusammenwirken mit den Beschlägen untersucht und geplant werden.

Wie bei Fenstern können dicke Farbschichten, die im Laufe der Zeit aufgebaut wurden, sowohl die Funktion der Tür und den Feuchteausgleich des Holzes behindern, als auch ästhetisch unschön wirken. Die Entfernung solcher Farbschichten ist wie bei den Fenstern möglich, aber man hat es bei den Türen mit sehr viel größeren Flächen zu tun, sodass der Aufwand dafür relativ groß ist. Es empfiehlt sich daher, eine effiziente Methode nach der jeweiligen Beschichtung zu erproben. In der Regel kommen verschiedene Abbeizer und Heißluftgebläse in Verbindung mit Ziehklingen, Schabern wie bei den Fenstern in Betracht. Ein Abbrennen mit offener Flamme führt zu Brandflecken an der Holzoberfläche, das Abbeizen im Tauchbad kann zum Verziehen der ganzen Türe führen und wird nicht empfohlen. In jedem Falle sollte zuerst geprüft werden, ob unter den oberen Schichten wertvolle originale Farbfassungen oder Bemalungen vorhanden sind. Dann sollte man einen Restaurator für eine fachgerechte Entfernung der Beschichtungen zurate ziehen.

Wie alte Fenster können auch alte Türen nachträglich mit einer Dichtung gegen Zug ausgestattet werden.

Neubau von Holztüren

Bei Umnutzungen oder wenn alte Türen nicht mehr erhalten werden können, sollte ein Neubau sich zuerst am Origi-

1. *Ausgebrochener Schlosskasten*
2. *Reparatur von 1. durch Einleimung eines Raparaturholzes*
3. *wie 2. für den Einsatz eines Fitschenbandes*
4. *Entfernen von Farbschichten mit Abbeizer und Schabeisen*
5. *Bauplan einer Bretttür mit aufgenagelten Quer-und Strebehölzern*
6. *Neubau einer Bretttür mit Gratleisten*
7. *Gratleiste frisch eingeschoben*

Abb. 154.1. Rekonstruierte Türen einer Renovierung
A. Hauseingangstür mit Oberlicht und Blockzarge in der Leibung
B. Hauseingangstür mit Glasausschnitt und Blockzarge im Mauerfalz
C. Zimmertür, mit Glasauschnitt oder Füllung, Türstock, Futter und Bekleidung

Abb. 154.2. Elemente einer Füllungstür mit Glasauschnitt

Abb. 154.3.
Schnitt Füllungstür mit Futter und Bekleidung

Einbaumaße
a lichte Höhe +2 cm
b lichte Breite +2 cm
c Mauerwerksdicke +2 cm

Nadelholz / brad
Eiche / stejar

nal bzw. an vorhandenen historischen Türen in vergleichbarer Einbausituation orientieren. In einem Stallgebäude etwa sollten entsprechende Türen vorgesehen werden. Es ist ja auch heute noch weiterhin möglich, alle historischen Türkonstruktionen neu zu bauen, auch nach modernen Anforderungen, wie etwa Winddichtungen, Dämmung und Sicherheitsschlössern.
Aber es müssen auch beim Neubau alte Handwerksregeln eingehalten werden, um ein dauerhaftes Ergebnis zu erhalten. So sollten die Rahmenhölzer vorzugsweise aus Kernbrettern mit stehenden Jahresringen gefertigt werden (→ Material Holz S. 172). Das Holz sollte 9% ± 3% Feuchte nicht überschreiten.
Ein kleines, aber wichtiges Detail ist auch hier die Eckausbildung der Rahmen und Sprossenverbindungen: Diese müssen auf Gehrung geschnitten werden (Abb. 154.2; Foto 154.5), und nicht, wie heute bei vielen Tischlern üblich, stumpf gestoßen und nachträglich mit einem Profil ausgefräst werden (Foto 154.6. →Fenster S. 125). Auf dieses Detail sollten Bauherren und Planer großen Wert legen, um traditionelle Handwerkskunst zu erhalten.

Foto 154.4. Durchgestemmter und verkeilter Riegelzapfen
5.+6. Eckausbildung richtig und falsch

Scheunen, Speicher, Holzkonstruktionen

Scheunen in Apold/Trappold

Die Scheunen sind ein integraler Bestandteil der Hofanlagen und prägen mit ihren mächtigen Dächern das Dorfbild und den gesamten Charakter der siebenbürgisch-sächsischen Siedlungen. Auch sie sind daher nach Artikel 1 der Charta von Venedig [77] als Teil des Gesamtensembles geschützt. In der Regel aus gebeiltem Eichenholz von manchmal erstaunlich großen Querschnitten gefertigt, zeugen sie in ihrer rustikalen, zuweilen groben Bauweise mit gleichzeitig passgenauen Verbindungen von hoher souveräner Handwerkskunst ihrer Erbauer. Wie schon an anderen Bauteilen des sächsischen Hofes in Siebenbürgen nachgewiesen, hat sich auch mit den Scheunen eine mittelalterliche Bauweise bis in die 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts erhalten, die es so in Europa nicht mehr gibt. Der Hausforscher Heinz Riepshoff erkennt in der sächsische Scheune einen Haustyp im Übergang vom frühmittelalterlichen Pfostenbau zum Ständerbau auf Fußschwellen, der die Fachwerkarchitektur Europas seit Jahrhunderten prägt. Zuerst wurden die tragenden lotrechten Hölzer, die Pfosten in die Erde eingegraben, bekannt als Pfostenbauweise. Weil mit der Verrottungszone im Erdreich eine geringe Lebensdauer der gesamten Konstruktion verbunden war, ging man dazu über, die Pfosten nicht mehr einzugraben, sondern auf große Steine zu stellen, wie dies bei den sächsischen Scheunen bis heute der Fall ist. Der nächste Schritt war dann, die Wände als stabile Rahmenkonstruktionen mit Schwellen, Ständern, Rähmen und Streben auf Fundamente zu stellen, der Fachwerkbau. Erstaunlicherweise ist in Siebenbürgen mit dem Gefüge der Scheunen die Übergangsbauweise über Jahrhunderte erhalten, weil sie offenbar den Anforderungen genügte und die Erfahrungen zum Bau über Generationen weitergegeben wurden.
Die Scheunen haben in der Regel drei Gefache mit einer mittleren Querdurchfahrt und seitlichen Bansenräumen für Heu, Pferde, Wagen und Gerät, häufig auch mit einseitig eingeschobenem Stall für Schweine oder Rinder.
Gleichwohl verlieren sie heute mit der Aufgabe der traditionellen Landwirtschaft ihren ursprünglichen Zweck, werden nicht mehr gebraucht und nicht mehr instandgehalten. Die Folge sind Vernachlässigung und Zerfall. Immer häufiger wird der Wunsch formuliert, Scheunen für moderne hochwertige Nutzungen wie Wohnraum umzubauen. Wenn dies auch im strengen Sinne nicht dem Denkmalschutz entspricht und konstruktive Probleme birgt, so ist der Erhalt der originalen Konstruktionen allemal besser als Abriss und Neubau eines „modernen“ Gebäudes.
Oft sind in einer Hofanlage auch weitere hochwertige Holzkonstruktionen „versteckt“, etwa in der Sommerküche, der Laube, im Dachstuhl oder in den Ställen. Dazu gibt es allerlei hölzerne landwirtschaftliche Nutzbauwerke, die manchen Hof zieren: Maisspeicher, Brunnen, Tore. All diese konstruktiven Werke der Volkskunst sind von hohem architektonischen Wert und müssen im Original in ihren geschichtlich überlieferten Formen erhalten werden, denn vor allem aus dem Gesamtensemble bezieht das kulturelle Erbe der Dorfarchitektur seinen Wert.

Scheunen – die Lage

In der typischen Dorfanlage begrenzen die Scheunen die Dorfbebauung zu den Gärten hin, die dann in die offene Landschaft übergehen. Die geschlossene Reihe der Scheunen bildet so einen baulichen Schutz vor unerlaubtem Zutritt und Dieben und schließt die Dorfarchitektur zur Landschaft hin ab.

In manchen Dörfern oder einzelnen Straßenzügen (Meschen, Almen) liegen die Scheunen zur Straße hin, meistens mit der schmalen Giebelseite, um auf dem schmalen Grundstück noch genügend Platz für die Einfahrt zu lassen. Der Grund für diese Anordnung ist der hohe Grundwasserstand oder andere topografische Gegebenheiten, die eine Unterkellerung und damit ein Wohnhaus an der Straßenfront nicht zulassen.
In besonderen topografischen Situationen haben sich konsequenterweise auch andere Lage- und Raumformen von Scheunen herausgebildet: Parallellagen zur Hofbebauung, Längsdurchfahrten...

Fotos Seite 156.
1. *Scheunengiebel in Mesendorf*
2. *Reihe massiv gebauter Scheunen in Archita/Arkeden*
3. *Längs gestellte Scheunen mit Längsdurchfahrt in Dorfmitte von Crit/Deutsch Kreuz*
4. *In Alma Vii/Almen liegen die Scheunen zur Straße und Graben*
5. *Doppelhof mit staßenseitiger Scheune und Stall in Netus/Neithausen*

Fotos Seite 157.
1. *Die hohe Dichte der Scheunen zeigt deren Bedeutung für das Dorf*
2. *Scheunenreihe als Bebauungsgrenze am äußeren Rand von Deutsch Kreuz*
3. *Typische Scheune mit Querdurchfahrt und zwei Bansenräumen*
4. *3-fachige Scheune mit einem Bansenraum und eingeschobenem Stall*
5. *Bienenhaus (Viscri/Deutsch-Weisskirch)*
6. *Maisspeicher in der Straßenfront (Apold/Trappold)*

Abb. 158.1.
Isometrie einer Scheunenkonstruktion
(nur die ersten beiden Gefache)

Das typische Gefüge der Scheunen besteht aus zwei äußeren Ständerreihen mit jeweils vier Ständern, die in Querrichtung mit Ankerbalken verbunden sind, und auf denen längs zwei Rähme ruhen. Auf den Rähmen stehen direkt ohne Balkenlage die Sparren aus Fichtenholz, die paarweise mit Kehlbalken, in größeren Dächern auch mit Hahnenbalken verbunden sind. Zwischen den gegenüberliegenden Ständern, die mit jeweils einem Ankerbalken eine Bundebene bilden, entstehen so vier Fächer von etwa 4 m, die sich zur Gesamtlänge der Scheunen addieren. Die Spannweite der Ankerbalken bestimmt die Breite der Scheunen und liegt in der Regel zwischen 7 und 10 m.

Auffällig ist die generell starke Bemessung von Ständern und Rähmen. Querschnitte von 30x30 cm und mehr sind keine Seltenheit. Ebenso sind die Kopfbänder als einziges aussteifendes Element häufig sehr stark bemessen und weit heruntergezogen, hingegen sind die Ankerbalken für ihre Spannweite mit 15 bis 20 cm im Quadrat häufig relativ dünn. Wegen ihrer freien Spannweite hat man dafür gerne krumme, verworfene Stämme ausgewählt.

Der Innenraum ist vorzugsweise frei von Ständern, häufig sind aber auch Mittelstützen unter die Ankerbalken eingebaut, wenn die Belastung der Ankerbalken zu hoch ist oder Räume abgeteilt wurden. Auch die äußeren Giebelseiten haben eine Mittelstütze, um Riegel und die Verschalung der Außenwände aufzunehmen. Diese Verschalung aus Fichtenbrettern wird an Riegel angeschlagen, die in die Ständer eingelassen sind, und bilden die raumabschließenden Außenwände. In dem mittleren Fach ist das rähmhohe zweiflüglige Tor angeschlagen. In viele Scheunen sind Ställe in einem seitlichen Fach in Blockbauweise oder auch massiv in Bruchstein eingefügt. Diese stehen teilweise auch hervor und sind dann mit Schleppdächern gedeckt, angelehnt an das Hauptdach.

Auf wohlhabenden Höfen sind Scheunen ganz mit massiven Außenwänden aus Bruchstein oder Mischmauerwerk im Lehmmörtel errichtet worden (Foto 159.2).

Auf manchen Höfen ist in den Wirtschaftsgebäuden eine Hausform erhalten, die als Vorläufer auch der Wohnhäuser gelten kann. Es handelt sich hier um eine Kombination aus Block und Ständerbauweise, die die Kriterien der sogenannten Umgebindekonstruktionen erfüllt (Foto 159.1; 10.3).

Fotos Seite 159.

1. Umgebindekonstruktion

2. Massive Scheune in Archita/Arkeden

Abb. 159.3. Bundebene der Scheunen aus Ständern auf Punktfundamenten, Ankerbalken und Kopfbändern. Die Ständer sind zur besseren Statik häufig leicht nach innen geneigt.

Wenn sich die Hausforschung in Siebenbürgen bislang auf funktionale und räumliche Aspekte der Wohnhäuser, sowie auf Ornamentik an Fassaden und Toren konzentriert hat, so ist die Gefügeforschung im Allgemeinen und an Scheunen und Speichern im Besonderen bislang völlig außer Acht geblieben. Es gibt keine Untersuchungen über Alter und Verbreitung bestimmter konstruktiver Ausformungen wie etwa die Verbindungen von Ständern mit den Ankerbalken, die Entwicklung aus dem Pfostenbau oder der verschiedenen Wandformen. Auch über die gegenseitige Beeinflussung und Überformung ursprünglich fränkischer, rumänischer und ungarischer Bauformen ist wenig bekannt. Es ist zu vermuten, dass, wie auch in anderen Regionen, Modernisierungen zuerst an den Wohnhäusern vorgenommen wurden, sodass im hinteren Teil der Höfe sich eher noch ältere Haus- und Gefügeformen erhalten haben.

Mit Sicherheit kann man heute behaupten, dass viel von dem traditionellen handwerklichen Wissen und Können in den vergangenen Jahrzehnten verloren gegangen ist, und dass „Reparaturen" in der jüngsten Vergangenheit oft fehlerhaft und in schlechter Qualität durchgeführt worden sind.

In diesem Leitfaden wird daher weniger der Versuch unternommen, Ursprünge und Entwicklung der Bauformen nachzuvollziehen, sondern er soll Anregung und Anleitung sein, die traditionellen Konstruktionen behutsam und respektvoll mit angemessenen Mitteln zu erhalten.

Die Ständer stehen in der Regel auf einem mächtigen einzelnen Stein oder auf einem Punktfundament aus Bruchstein (Foto 161.1). In der Bauweise der Scheunen sind Schwellen nicht üblich. Die Ständer haben keine konstruktive Verbindung zum Fundament, sondern werden allein durch die Auflast in ihrer Position fixiert. Die häufigste Verformung von Scheunen findet man daher auch im Bereich der Gründungen, wenn Fundamentsteine im Lehmboden versinken oder verrutschen (Foto 167.1), oder wenn Horizontalkräfte etwa durch das Tor auf einzelne Ständer wirken und sie in ihrer Position verschieben.

Um derartige horizontale Schubkräfte zu richten, sind die Ständer vieler Scheunen leicht geneigt, sodass die Schubkräfte nur nach außen wirken und verhindern, dass die Konstruktion umfällt (Abb. 159.3).

Gleichwohl gibt es auch Konstruktionen, die eine Schwelle benötigen, wie etwa Maisspeicher, Bienenhäuser, Laubengänge oder, bei alten Holzhäusern, auch die Wandkonstruktionen. Diese ruhen auf Streifenfundamenten aus Bruchstein.

Abb. 160.1
Hochrähmkonstruktion
Ankerbalken mit Zapfenschloss

Abb. 160.2
Oberrähmkonstruktion
Ankerbalken mit Einhälsung

Neben den Gefügemerkmalen (Ständerkonstruktion oder massive Bauweise, Anzahl der Gefache) ist das wichtigste konstruktive Merkmal die Eckverbindung zwischen Ständer und Ankerbalken. Diese müssen die horizontalen Schubkräfte aus den Dachsparren aufnehmen, weil die Dachkonstruktionen ohne Balkenlage gebaut sind. Für Scheunen auf Ständern gibt es zwei Konstruktionsprinzipien, die in allen Dörfern der Region zu finden sind, manchmal sogar beide nebeneinander in einer Scheune: Die Einhälsung und das durchgestemmte Zapfenschloss.
Die **Einhälsung** ist eine Verbindung, bei der der Ankerbalken hinter seinem Kopf, am Hals auf etwa ein Drittel seiner Stärke reduziert und von oben in den geschlitzten Ständerkopf eingelassen wird, erst danach kann das Rähm eingebaut werden (Abb. 152.2). Im Vergleich ist sie generell die stabilere Konstruktion, weil sie besser in der Lage ist, die Zugkräfte aus dem Dach aufzunehmen.
Mit dem **Zapfenschloss,** einem durch den Ständer gesteckten und auf der Rückseite mit einem Holznagel oder Keil gesicherten Zapfen (Abb. 152.1), ist man konstruktiv unabhängig vom Rähm. Der Ankerbalken kann in der Höhe flexibel eingesetzt werden. Allerdings werden die horizontalen Zugkräfte lediglich über die wenigen Quadratzentimeter aufgenommen, die Zapfen und Keil miteinander verpressen. Der typische Schaden an dieser Konstruktion ist daher: Der Holznagel oder Keil bricht und/oder der Zapfen spaltet auf (Foto 167.5). Folglich wird der Zapfen aus dem Zapfenloch gezogen und die Konstruktion versagt.
Scheunen mit massiven tragenden Außenwänden haben naturgemäß keine Außenständer. Hier übernimmt die Mauerschwelle die gleiche Funktion wie das Rähm in einer Ständerkonstruktion. Folglich werden die Ankerbalken direkt mit der Mauerschwelle verbunden, um die horizontalen Schubkräfte aus dem Dach aufzunehmen. Für diesen Zweck findet man eine ganze Palette von Verbindungen, die aber nicht alle für den Kräfteverlauf geeignet sind. Sehr häufig ist die einfache Verblattung, fixiert mit einem Holznagel. Eine solche einschnittige Holznagelverbindung ist aber keinesfalls ausreichend, sie versagt daher regelmäßig. Auch eine zweischnittige Zapfenverbindung mit Holznagel oder Keil ist in der

Regel nicht ausreichend (Foto 167.6).
Besser bewährt haben sich Schwalbenschwanz-Verbindungen und Verkämmungen bzw. Überblattungen (→Dächer, Abb. 79.4), wobei die erforderliche Vorholzlänge oft mit den Sparren in Konflikt gerät und entsprechend geformt werden muss.

Das zweite Konstruktionsmerkmal sind die diagonalen aussteifenden Elemente, in der Regel Kopfbänder. Weil Schwellen fehlen gibt es keine raumhohen Streben. Für die Kopfbänder hat man früher häufig die krummen Teile des Baumes, die für lange Konstruktionsglieder nicht taugen, eingesetzt. Diese gebogenen, häufig sehr groß dimensionierten Aussteifungselemente sind sehr prägend für das Erscheinungsbild der Gesamtkonstruktion (Foto 161.1+2). Generell sind die Kopfbänder in die Ständer, Ankerbalken und Rähme eingeblattet, meistens mit einseitigem Schwalbenschwanz und häufig mit geschwungenem Ende. Fixiert sind die Verblattungen mit Holznägeln, oft gegen ein Herausziehen mit 1 oder 2 zusätzlichen, schräg in die Fugen eingeschlagenen Holznägeln gesichert. Dieses sehr alte Konstruktionsprinzip ist als Fugenvernagelung bekannt (Abb. 161.4; Foto 161.3; 162.2).
In Sommerküchen, an Torkonstruktionen und Lauben, insbesondere auch in rumänischen Höfen sind Knaggen und Konsolen sehr verbreitet, oft mit Zierschnitzereien und Durchbohrungen (162.6+7; 163.3). Knaggen sind diagonale, in der Grundform dreieckige Winkelhölzer zur Aussteifung der Verbindung von Ständer und Balken und füllen im Gegensatz zu Kopfbändern dieses Dreieck vollständig aus. Sie sind ebenfalls in der Regel eingeblattet, oft mit sehr aufwendig geschwungenen Enden.
Sind diese Elemente aus Brettern gefertigt und in Ständer und Balken eingenutet, haben sie keine konstruktive Aufgabe zu erfüllen, sondern lediglich dekorativen Charakter (162.8).
Konsolen sind an den Ständer angesetzte Verstärkungen des Auflagers für Balken (Foto 161.2).

Fotos Seite 161.
1. *Kopfbänder*
2. *Kopfband und Konsole mit Datierung*
3.+4. *Fugenvernagelung*

A B C

Abb. 162.1 ***übliche Kopfbandformen***

A unten: einseitiges Schwalbenschwanzblatt über die gesamte Ständerbreite
A oben: Gerades Blatt
B unten: Kopfbandstoss mit Schwalbenschwanzblättern
B oben: Hakenblatt
C unten: einseitiges Schwalbenschwanzblatt mit geschwungenem Ende
C oben: ... mit abgesetztem Ende

Fotos Seite 162.

1. *Einfache übliche Kopfbandformen*
2. *Im Karnies ausgeschnittenes Blatt*
3. *Eckausbildung Blattstoß*
4. *„Natürliches Kopfband". Diese urwüchsige Konstruktion erfüllt vorzüglich seine statische Aufgabe (Viscri/Deutsch-Weiskirch).*
5. *Doppeltes Kopfband*
6. *Knagge an einem Gassentor*
7. *Knagge am geschnitzten Ständer einer Sommerküche*
8. *Verzierung an einem Laubengang ohne statische Funktion*

Fotos Seite 163.

1. *Langscheune mit 7 Fächern*
2. *Scheune mir Querhaus (Apold/Trap-pold)*
3. *Knagge mit Inschrift an einer Toreinfahrt (Metis/Martinsdorf)*
4. *Bienenhaus als Holzkonstruktion (Mesendorf)*
5. *Maisspeicher als Rahmenkonstruktion mit angeblattetem „Andreaskreuz" (Alma Vii/Almen)*

Raumabschließende Wände und Giebel

Die raumabschließenden Wände von Scheunen ohne massive Wände werden in der Regel in ganzer Höhe aus rohen Fichtenholzbrettern gebildet, die an Querriegel angeschlagen werden. Die Fugen dienen zur Belüftung und zur Belichtung des Innenraumes. Die unteren Enden der Verbretterung an Dachgiebeln sind bisweilen gezahnt oder aufwendig verziert. Häufig sind die Giebelflächen mit sehr viel Phantasie gestaltet, wie die Auswahl der Fotos zeigt, bisweilen aus der Not geboren oder zur besseren Belüftung des Raumes.
Generell sind die Hölzer auch in wetterbeanspruchten Bereichen unbehandelt geblieben. Sie vergrauen, sind aber durch gute Belüftung und konstruktiv vor Fäule geschützt.
Massive Wände von Scheunen, Ställen und Nebengebäuden sind wie üblich in Stein-, Ziegel- oder Mischbauweise mit Lehmmörtel errichtet (→Mauerwerk S. 16ff).

Dächer

Der Aufbau der Dächer von Scheunen und Stallgebäuden unterscheidet sich grundsätzlich nicht von denen der Wohnhäuser (→Dächer S. 76ff). In der Regel haben die Dächer keinen Dachstuhl, keine Mittel- oder Firstpfetten und auch keine Balkenlage. Die Sparrenpaare ruhen in Aussparungen (Klauen) direkt auf dem Rähm und sind mit einem hoch liegenden Kehl- oder Hahnenbalken verbunden. Sparren und Hahnenbalken sind aus Fichten-Rundholz gefertigt. Anders als die Dächer der Wohnhäuser sind Scheunendächer in der Regel nur einfach gedeckt.

Fotos Seite 164.
Diverse Giebelgestaltungen
1. *Zierverschalung (Archita)*
2. *Krüppelwalm (Crit)*
3. *Ziergiebel (Cobor)*
4. *Gitterschalung zur Belüftung (Netus)*
5. *Schalung geschnitten aus krummem Stamm (Archita)*
6. *Scheunendach ohne Stuhl mit Ankerbalken und Hahnenbalken*

Tore und Türen

Die Tore der Scheunen sind in ihrem konstruktiven Aufbau ähnlich wie die großen Einfahrtstore zu den Höfen, allerdings mit einer einfachen senkrechten Verbretterung wie die Außenwände. Die meisten Scheunen haben ein wandhohes doppelflügeliges Tor zum Hof und ein kleines, niedriges Türchen zur Gartenseite (damit Pferde nicht auf diesem Weg gestohlen werden können). Je nach den Nutzungsmöglichkeiten der Gärten und der dahinter folgenden Felder sind sie auch als Durchfahrtscheunen gestaltet.
Das wichtigste Merkmal der Z-förmigen Torkonstruktion aus Eichenholz ist das „Scharnier". An das Rahmenholz der Anschlagseite sind oben und unten Rundzapfen angearbeitet. Der untere druckbelastete Zapfen erhält eine Eisenmanschette gegen ein Aufspalten und einen Eisendorn (Rundstab) als Drehpunkt, der von einer entsprechenden Bohrung im Fundamentstein aufgenommen wird (Foto 165.1). Der obere Zapfen wird von einer Öse aus Holz oder Eisen aufgenommen, die durch den Wandständer der Scheune gezapft und mit einem Keil gesichert ist. Das interessanteste Teil dieser Konstruktion ist diese hölzerne Aufnahme, die aus einem natürlich geformten Holz, z. B. einer Astgabel herausgearbeitet worden ist (Foto 165.2).
In das große Tor ist häufig ein kleinere Tür eingearbeitet.

Foto Seite 165.
1. *Drehdorn und Manschette aus Eisen am unteren Drehpunkt, Bohrung im Fundamentstein*
2. *Aufnahme des oberen Drehzapfen durch eine ausgearbeitete Astgabel*
3. *Torpfosten einer massiven Scheune, dessen Drehzapfen in den Torsturz eingelassen ist*

Krummholz mit durchgestemmtem Zapfenschloss zur Aufnahme des Drehzapfen
Ständer
Fundamentstein mit Bohrung zur Aufnahme des Drehdorns

Abb. 165.4. ***Isometrie einer Torkonstruktion***

Einbauten und Gerät

1. Eingeschobener Stall in Blockbauweise

2. Zwischenwand aus lotrechter Stakung mit Flechtwerk

3. Trog aus Eichenholz in einem Stall

4. Ankerbalken einer Scheune in Deutsch Weisskirch mit Jahresangabe und Namenszug vermutlich des Zimmermeisters als Geschichtsdokument

5. Hölzerne Riegelaufnahme an einem Scheunentor

Abteilungen und Einbauten für Ställe sind meistens aus gespaltenen Halbhölzern oder Bohlen in Block-, Stab-, oder Mischbauweise errichtet. Diese unrsprünglichen Konstruktionsprinzipien wurden bis ins 20. Jh. angewendet. Die Fugen zwischen den Hölzern bleiben offen oder sind mit Strohlehm ausgefüllt. Häufig ragen derartige Ställe über den Grundriss der Scheune hinaus. Diese Bereiche sind dann mit zusätzlichen Schleppdächern versehen.
Mitunter sind Rähme, Konsolen oder Ankerbalken datiert und mit dem Namenszug des Zimmermanns versehen.
Verlassene Scheunen und Ställe bergen so manchen „Schatz". Futtertröge aus Eichenholz von manchmal enormen Ausmaßen, ausgeklügelte Futterluken, landwirtschaftliches oder handwerkliches Gerät sind Zeugnisse vergangener Lebens- und Wirtschaftsformen, die heute einen großen dokumentarischen Wert haben, manchmal auch für wieder belebte Techniken eingesetzt werden können. Solche Gegenstände müssen unbedingt gesichert und bewahrt werden.

Typische Schäden an Holzkonstruktionen

Zur Bestimmung von Schäden an Holzkonstruktionen wird zuerst eine umfassende, genaue und zuverlässige **Diagnose** der Schäden durchgeführt, die als Grundlage für die Planung der Reparaturen dient. Sie bezieht sich auf

1. die Ursachen (Schadensarten),
2. den Umfang bzw. die Verortung und Ausdehnung der Schäden in der Konstruktion und
3. die Schadenstiefe im Bauteil.

Schäden an Holzkonstruktionen können folgende Ursachen haben:

- Schäden durch holzzerstörende Pilze
- Schäden durch holzzerstörende Insekten
- Schäden durch Verwitterung
- Schäden durch mechanische Einflüsse

Schäden durch holzzerstörende Pilze
Der mikrobielle Abbau von Holz durch Bakterien und Pilze ist ein natürlicher Prozess im Kreislauf der Stoffe. Gleichwohl möchte man diesen Prozess im Bauwerk so lange wie möglich hinauszögern. Da der mikrobiellen Stoffkreislauf vor allem von den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen bestimmt wird, kann er auch am besten über den Entzug von Feuchtigkeit gestoppt werden. Allseitig gut belüftetes Holz mit einer Ausgleichsfeuchte von unter 18% bietet den Pilzen keine Wachstumsgrundlage, mit einer Ausnahme, dem Echten Hausschwamm (serpula lacrimans), der in der Lage ist, die für sein zerstörerisches Werk notwendige Feuchtigkeit aus anderen Bereichen herbeizuführen. Wenn ein Bauwerk vom Echten Hausschwamm befallen ist, müssen die befallenen Hölzer etwa 1 m über den Befall hinaus ausgebaut und sofort verbrannt werden, so schreibt eine alte Regel vor. Für hochwertige denkmalgeschützte Holzkonstruktionen gibt es heute auch aufwendige und teure chemische Verfahren zur Bekämpfung des Echten Hausschwamms.
Viel häufiger als der Echte Hausschwamm sind andere holzzerstörende Pilzarten, die punktuell dort auftreten wo sie mit einer hohen Feuchtigkeit über längere Zeiträume gute Wachstumsbedingungen finden: In bodennahen erdberührten und schlecht belüfteten Einbausituationen (Schwellen, Balkenköpfe), an Traufen (Fußpfetten, Sparrenfüße, Balkenköpfe), oder unter dauerhaften Leckagen in der

Fotos Seite 167.

1. Verrutschtes Fundament
2. Abgesacktes Fundament, Leckage im Dach, Fäulnis und Bruch des Rähm im Knotenpunkt über dem Ständer und Ankerbalken
3. Verformter Wechsel und Rähm aufgrund zu hoher Abstände der Ankerbalken (Sparrendach nach Abb. 78.1.C)
4. Ausgerissenes Blatt und Holznagel infolge hoher Zugbelastung im Kopfband

5. Aufgespaltener Zapfen eines Ankerbalken nach Abb. 160.1
6. Verformter (gebrochener?) Holznagel einer durchgestemmten Ankerbalken-Mauerschwelle Verbindung infolge hoher Zugkräfte

Fotos Seite 168.

1. *Alter Fruchtkörper des Echten Hausschwamms (serpula Lacrimans) auf einem Kellergewölbe*
2. *Fruchtkörper serpula lacrimans auf Holzfußboden*
3. *Junger Fruchtkörper*
4. *Mycelien von serpula lacrimans*
5. *Fruchtkörper des Braunen Kellerschwamms coniophora puteana*
6. *Ausfluglöcher eines durch den Hausbock völlig zerstörten Ständers und*
7. *eines Balkens, beide aus Tannenholz*

Dachhaut (alle horizontalen Hölzer unterhalb der Leckage). Letztere Schäden sind besonders ärgerlich, weil mit wenig Auswand und Pflege vermeidbar.
Schäden durch holzzerstörende Pilze sind häufig nur schwer erkennbar, weil sie sich versteckt im Holzinnern weit verbreiten können. Unter einer noch intakten Holzschicht von 4 cm sind sie auch durch Abklopfen nur schwer identifizierbar. An hochwertigen denkmalgeschützten Konstruktionen können genaue Feuchte- und Bohrwiderstandsmessungen Aufschluss geben über die innere Festigkeit einzelner Holzbauglieder. In den Bauernhäusern wird man zur Beurteilung von Schäden auf die Erfahrung des Zimmermanns zurückgreifen. Mit Ausnahme eines Befalls durch den Echten Hausschwamm lässt sich ein Befall in der Regel durch eine Trocknung stoppen. Wenn das Holz weitgehend zerstört ist, muss es ausgetauscht werden.

Holzzerstörende Insekten

Holzzerstörende Insekten sind ebenso vielfältig wie die Pilze. Auch sie tragen ja zum natürlichen Stoffkreislauf bei. Die Insekten werden nach zwei Gruppen eingeteilt, den Frischholzinsekten, die das Holz lebender Bäume oder saftfrischer geschlagener Stämme befallen, und den Trockenholzinsekten, die auch trockenes, verbautes Holz angreifen. Nur Letztere sind für den Altbaubestand von Bedeutung. Anders als die Pilze, die zum Wachsen einer bestimmten Feuchtigkeit bedürfen, können Insektenarten auch Hölzer mit einer Ausgleichsfeuchte bis 8%, also praktisch jedes verbaute Holz befallen. Allerdings verlangen die Insekten sehr unterschiedliche Lebensbedingungen. Einige leben ausschließlich in der Rinden–Bastzone des Holzes (Veränderlicher Scheibenbock, Blauer Scheibenbock), andere haben sich auf bestimmte Holzarten spezialisiert (monophage Insekten) wie etwa der Hausbock (nur Laubhölzer) oder der Splintholzkäfer (nur Nadelholz). Andere sind polyphag und befallen sowohl Nadel- wie Laubhölzer (Gewöhnlicher Nagekäfer). Auch die Verwertung der im Holz enthaltenen Nährstoffe Eiweiß, Zellulose und Stärke durch die Insektenlarven ist ebenso unterschiedlich wie die Temperaturbedingungen für ihr Wachstum.
Einen Befall durch Insekten erkennt man in der Regel an den Ausfluglöchern, die auch zur Identifizierung der Insektenart helfen können. In der Praxis ist vor allem wichtig, ob es sich um einen alten Befall handelt, oder ob die Insekten noch aktiv sind. Dies ist häufig durch Bohr und Klopfgeräusche erkennbar, oder durch den Austritt von Fraßmehl aus den Gängen. Manchmal kann es bei Verdacht hilfreich sein, ein weißes Blatt Papier unter die verdächtige Stelle zu legen um Fraßmehl nachzuweisen.

Schäden durch Verwitterung

Unter dem Begriff Verwitterung sind Prozesse zusammengefasst, die zur Veränderung und zum allmählichen Abbau der bewetterten Oberflächen beitragen. Man bezeichnet diesen Prozess auch als Korrosion und unterscheidet biologische, chemische und mechanische Korrosion.
Mikroorganismen siedeln sich in der Oberfläche des Holzes an und tragen zum Abbau der Holzsubstanz bei. Auch die UV-Strahlung der Sonne und chemische Substanzen aus der Luft und dem Regen wandeln die Oberfläche um. Das Vergrauen des Holzes ist auf diese biologische und chemische Korrosion zurückzuführen. Schlagregen schließlich wäscht die Abbauprodukte und löslichen Substanzen aus. Aufgrund der linearen Porenstruktur des Holzes gelangen diese Korrosionsvorgänge an den Stirnholzflächen sehr viel schneller tief in das Holz, sodass die Verwitterung, unterstützt von der schnelleren Trocknung und Rissbildung an den Stirnflächen des Holzes, etwa an Balkenköpfen sehr viel schneller voranschreitet als an dichten Oberflächen.

Schäden durch mechanische Einflüsse

Eine Vielzahl von Schäden entsteht durch mechanische Einflüsse. Eine ganze Gruppe solcher Schäden lässt sich mit konstruktiver Überbelastung erklären, die zu starken Durchbiegungen, Rissbildungen bis hin zum Bruch führen können.
Eine allmähliche Abnutzung der Holzsubstanz tritt an vielen Stellen von Holzkonstruktionen auf. Ein Verschleiß beweglicher Teile wie den Zapfen von Holztoren oder an Verriegelungen. Auch durch die Nutzung, etwa durch Fahrzeuge oder Tiere können mechanische Schäden und Verschleißerscheinungen entstehen.
Leider spielt zunehmend auch Vandalismus, bzw. eine mutwillige Zerstörung von Holzkonstruktionen zur Gewinnung von Brennholz eine zunehmende Rolle. So werden z. B. aus Scheunen zuerst die Kopfbänder herausgeschlagen. Ohne die aussteifenden Elemente wird die gesamte Konstruktion alsbald einstürzen und damit auch zuvor intakte Bauglieder zerstört werden (Foto 170.1). Diese Entwicklung ist sehr besorgniserregend und jeder respektvolle Mensch sollte diesem Tun mit aller Macht entgegentreten. Die mutwillige Gefährdung der Standsicherheit von Gebäuden ist im Übrigen eine strafbare Handlung und es macht sich auch der strafbar, der sie deckt oder billigend in Kauf nimmt. Dieses durchzuset-

Fotos Seite 169.

1. *Verrottete Balkenköpfe, Giebelschwelle und Brettverschalung einer Scheune aufgrund eines Einbaus einer Betonkonstruktion nach deren Entfernung.*
2. *Braunfäule in Verbindung mit Insektenbefall hat den Deckenbalken zerstört.*
3. *Punktuell völlig zerstörtes Rähm (Braunfäule, Porenschwamm / Detail Foto 167.2)*
4. *Durch Kernfäule ausgehöhltes Rähm. Zerstörungen im Holzinnern sind oft nicht von außen erkennbar, sondern bedürfen besonderer Diagnosemethoden, oder sie treten erst während der Arbeiten zutage.*

1\. Ein trauriger Anblick: die Kopfbänder wurden herausgeschlagen und damit die gesamte Scheune zum Einsturz gebracht.
2.–5. Vorher – Nachher: Zu retten und zu reparieren ist fast jede Holzkonstruktion.

6.–7. Eine eingestürzte Scheune wird abgebaut und eine neue auf traditionelle Weise neu gebaut.

zen bedarf aber eines gesellschaftlichen Konsenses, der auf Respekt und Achtung gründet und die Bedürfnisse aller Mitglieder berücksichtigt.

Methoden zur Prüfung auf Schäden

An erster Stelle steht die visuelle Begutachtung der Konstruktion wie der Details. Man muss dafür aber auch an alle Konstruktionselemente herankommen. Wenn kein Plan vom Haus und der Holzkonstruktion vorhanden ist, sollte bei dieser Gelegenheit auch ein Aufmaß angefertigt werden, in das dann die Schäden eingetragen werden können.
Sehr hilfreich ist ein verformungsgetreues Aufmaß, das in vielen Fällen bereits Aufschluss geben kann über mögliche Schäden, die sonst nicht erkannt werden. Starke Durchbiegungen, Absackungen, auch Rissbildungen in Deckenverkleidungen lassen Schäden erkennen, die dann genauer untersucht werden können. Die Anfertigung eines Aufmaßes ist auch aus hauskundlichen Gründen wertvoll. Wenn das Original nicht mehr vorhanden ist, kann dieses Aufmaß auch späteren Generationen Auskunft über Lebens-, Wirtschafts- und Bauformen geben. Bei Abbrüchen und Translozierungen muss immer ein Aufmaß angefertigt werden.
In einem weiteren Schritt sind mit Hammer und Spitzbohrer Klopf- und Anstichproben möglich, über die die Festigkeit der Randzonen des Holzes geprüft werden können. In diesem Zuge kann auch die Tiefe von Rissen festgestellt werden, nicht aber Zerstörungen im Holzinnern (Foto 169.4).
Dieser ebenfalls weitgehend zerstörungsfreien Prüfung folgt das Anbeilen von Hölzern. Dies ist vor allem dann angezeigt, wenn die Tiefe eines Insektenbefalls festgestellt werden soll.
Bei Verdacht auf eine sehr hohe Feuchtigkeit wird mit einem Hygrometer die Ausgleichsfeuchte des Holzes gemessen.
Eine Bohrwiderstandsprüfung gibt Auskunft über die Festigkeit des Holzes im Inneren des Querschnittes. Für diese Prüfung ist aber Spezialgerät nötig, das in den Bauernhäusern wohl nur in Ausnahmefällen zum Einsatz kommen wird.
Für jede Stufe der Schadensbestimmung ist Erfahrung und ein geschultes Auge notwendig, das nicht nur punktuelle Schäden identifiziert und erkennt, wo Bauglieder etwa fehlen, sondern diese

auch für das Gesamtgefüge beurteilen kann, um zu entscheiden, welche Maßnahme geeignet ist, oder ob überhaupt ein Eingriff notwendig ist.
Eine umfassende Diagnose und ein gutes Reparaturkonzept spart am Ende das Geld des Bauherrn.

Holzkonstruktionen sind generell reparaturfreundlich. Verbindungen können gelöst und Konstruktionen zerlegt und wieder zusammengebaut werden. Oberster Grundsatz ist auch hier, so viel originale Bausubstanz wie möglich an seinem Ort zu erhalten. Das spart Arbeit und schont den Geldbeutel, bedeutet aber auch, man muss genau prüfen, welche Teile der Konstruktion ihre Funktion versagen und repariert oder ersetzt werden müssen.

Bestandsaufnahme und Vorbereitungen

Reparaturen an Holzkonstruktionen können sehr unterschiedlichen Umfang haben, je nachdem wie gut sie instand gehalten worden sind. An vielen Scheunen wird irgendwann eine umfangreiche Reparatur und damit zunächst eine gute Planung notwendig. Zur Bestimmung von Art und Umfang des Eingriffs muss ein erfahrener Architekt, Ingenieur oder Handwerksmeister hinzugezogen werden, und man muss prüfen, ob eine Baugenehmigung erforderlich ist.
Vor einem baulichen Eingriff muss auch bei Scheunen der Bestand gut dokumentiert werden. Es sollen dafür alle konstruktiven Merkmale, Besonderheiten, Inschriften, Einbauten, und darüber hinaus auch Gerätschaften und Gegenstände erfasst werden, damit eventuelle historische Werte nicht verloren gehen. Dann werden die Schäden in ihrer Art und ihrem Ausmaß beschrieben. Auf dieser Grundlage wird dann ein Projekt ausgearbeitet, in dem die erforderlichen Arbeiten und Materialien beschrieben und aufgelistet werden.

Fotos und Abb. Seite 171.

1. Zimmerei ist Teamarbeit. Zum Aufrichten einer Scheune wurde zu früheren Zeiten die gesamte Nachbarschaft zusammengerufen.
2. Breitbeil und Dexel in verschiedenen Ausfertigungen gehören zu den wichtigsten Handwerkzeugen des Zimmermanns.
3. Das traditionelle Werkzeug des Zimmermanns im Überblick. (Quelle: Auner, Technologia de Lemn).

Wer an Holzkonstruktionen arbeitet braucht neben dem Wissen über das Bauen mit Holz geeignetes Handwerkszeug, sonst dauert die Arbeit lange, wird damit teuer und das Ergebnis ist schlecht und unbefriedigend. Mit einem stumpfen Stecheisen wird man niemals eine passgenaue Verbindung herstellen können. Für einen Zimmermann ist die Anschaffung hochwertigen Werkzeugs immer eine lohnende Investition, denn es beschleunigt seine Arbeitsleistung und garantiert ein gutes Ergebnis. Jeder verantwortungsvolle Handwerker, jedes Team wird daher sein Handwerkszeug scharf und in gutem Zustand halten und übersichtlich geordnet aufbewahren.
Die typischen und im Prinzip für jede größere Reparatur notwendigen traditionellen Werkzeuge des Zimmermanns sind wie in teilweise Abb. 172.3 dargestellt:
Zugsäge, Schrotsäge, Gestellsäge, Fällaxt, Breitbeil, Axt, Zugmesser, kräftige scharfe Stecheisen, Stichaxt und Klopfholz, dazu ein Abziehstein, Fuchsschwanz, Rauhbank, diverse Hobel, Latthammer, Zollstock, Winkel, Schmiege und ein guter Bleistift, Schnur, Lot, Wasserwaage.
Die Bohrmaschine mit Zentrums- und Schlangenbohrern hat heute die traditionellen Handbohrer weitgehend ersetzt. Heutzutage hat auch die Kettensäge einige der traditionellen Werkzeuge ersetzt, mit teilweise sehr schlimmen Arbeitsergebnissen. Sog. „Handwerker", die ausschließlich mit der Kettensäge auf die Baustelle kommen, sind nicht akzeptabel. Dennoch ist die Kettensäge ein unverzichtbares Werkzeug des Zimmermanns geworden und erleichtert eine Reihe von Arbeitsgängen, insbesondere den Grobzuschnitt und viele Nebenarbeiten.
Eine Handkreissäge ist ebenfalls ein hilfreiches Gerät, umso mehr mit einer Schnitttiefe von mehr als 80 mm. Neben dem Zuschnitt von Brettern und Bohlen kann man damit sehr präzise Zapfenschultern, Aussparungen und Überblattungen herstellen. Insbesondere bei schräg geschnittenen Blattschultern gewährleistet die schräg eingestellte Handkreissäge gleichmäßige präzise Schnitte.
Werden in einer Konstruktion viele Zapfenlöcher gebraucht, hat sich der Kettenstemmer sehr bewährt. Mit diesem Gerät kann man schnell und präzise Zapfenlöcher herstellen.

Material Holz

Abb. 172.1.
Querschnitt durch eine Baumscheibe tangential, in Richtung der Jahresringe schwindet das Holz etwa doppelt so stark wie radial, also in Richtung Kern. Dadurch kommt es zu Trocknungsrissen im Holz.

Abb. 172.2.
Schnittklassen
links scharfkantig
rechts fehlkantig
mit den zulässigen Maßen für den Anteil an „Waldkanten"

Abb. 172.3.
„Halbholz" und
„Viertelholz" oder „Kreuzholz"

Abb. 172.4.
Schwindverhalten von Brettern und Bohlen

Die „linke" nach außen zeigende Seite wird hohl, die „rechte" zum Kern zeigende Seite wird rund.
„Herzbretter" knicken im Kern, bleiben aber sonst gerade.
„Kernbretter" haben nur „stehende Jahresringe und bleiben damit gerade.

linke Seite
dichte Verbindung

rechte Seite
offene Fuge

Abb. 172.5. Verformung einer Bolzenverbindung

6. Kreuzholz-Balkenkopf. Erkennbar die trapezförmige Schwind-Verformung

Das Material des Zimmermanns ist das Holz, in der Regel Eichen- und Fichtenholz. In Holzkonstruktionen verbreitet ist auch das Akazienholz. Buche und die meisten anderen Laubhölzer sind für Bauwerke ungeeignet bzw. wenig verbreitet. Weil Holz ein „lebendiger" Baustoff ist, der über viele Jahre hin weiter „arbeitet" und von Insekten und Pilzen befallen werden kann, muss ein Zimmermann Kenntnisse auf dem Gebiet der Holztechnologie haben, die sehr komplex ist und daher in diesem Rahmen nicht in aller Ausführlichkeit behandelt werden kann. Da aber die Qualitätsmerkmale einen erheblichen Einfluss auf Festigkeit und Tragfähigkeit des Bauholzes haben, sollen hier die wichtigsten Merkmale besprochen werden.

Holzfeuchte (→ Ausgleichsfeuchte S. 35): Entsprechend dem Einfluss des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Tragfähigkeit des Holzes unterscheidet man:

1. frisches Bauholz ohne Begrenzung der Feuchtigkeit,
2. halbtrockenes Bauholz mit max. 30% Feuchtigkeit, bei größeren Querschnitten (ab 200 cm²) auch bis 35%,
3. trockenes Bauholz mit höchstens 20% Feuchtigkeit.

Das Bauholz des Zimmermanns sollte grundsätzlich beim Einbau trocken sein, was leider in Rumänien kaum eingehalten werden kann, weil auf dem Markt kein abgelagertes, sondern nur frisch eingeschnittenes Holz erhältlich ist. Traditionelle Zimmereien und Bauhöfe haben daher immer ein gut sortiertes Holzlager gehalten, und wer heute noch ein Lager hält, gewährleistet seinem Auftraggeber eine gute Materialqualität als Voraussetzung für eine dauerhafte und stabile Konstruktion. Bei Reparaturen ist zu beachten, dass das Reparaturholz keine höhere Holzfeuchte haben soll als das zu reparierende Bauteil um dauerhaft Passgenauigkeit zu gewähren. Ein deutlich feuchteres Holz schwindet und die Verbindung wird instabil.

Das Schwinden des Holzes führt oft auch zu unzulässig starker Rissbildung. Dies liegt daran, dass Holz tangential, also in Richtung der Jahresringe mit 8–10% (Eiche) etwa doppelt so stark schwindet als radial, also quer zu den Jahresringen mit 4–5% (Abb. 172.1). Auch der Trocknungsprozess selbst beeinflusst die Rissbildung. Ein im Winter geschlagener Stamm, über viele Jahre langsam unter Dach im Schatten getrocknet wird weniger Risse zeigen als ein im Saft stehender Stamm, der sogleich eingebaut und ungleichmäßig Sonne und Wind ausgesetzt wird. Sehr vorteilhaft ist das Einschneiden des Stammes in Halbholz oder Kreuzholz, denn damit kann man Risse fast vollständig vermeiden. Allerdings sind damit natürlich die Querschnittmaße begrenzt. Solche Hölzer eignen sich daher weniger für die stark bemessenen Ständer und Rähme von Scheunen, umso besser aber für die oft fein ausgearbeiteten Veranden, Türkonstruktionen, Maisspeicher und andere feinere Konstruktionen (Abb. 172.3+6). Auch bei der Verwendung von Bohlen soll das Schwinden berücksichtigt werden. So drückt z. B. die linke Seite einer Bohle eine Verbindung besser zusammen als die rechte Seite (Abb. 172.4+5).

Sortierklassen
Die Materialeigenschaften des Bauholzes variieren auch innerhalb einer Holzart, auch von Stamm zu Stamm, von Balken zu Balken und machen eine sorgfältige Auswahl notwendig. Die Materialkennwerte werden möglichst genau beschrieben, und so kann das Bauholz nach visueller Prüfung in genormte Sortierklassen eingeteilt werden. Der Zimmermann wird generell eine „mittlere Güte" anstreben, definiert durch:

- die zulässige Anzahl und Größe von Ästen im Holz. Ein Ast soll im Durchmesser höchstens 1/3 der Seite einnehmen, an der es sitzt, max. 7 cm (Abb. 173.1).
- die Abweichung des Faserverlaufes von der Holzkante, die Faserneigung soll max. 1/5 sein (Abb. 173.2).
- die Jahresringbreite spielt vor allem bei Nadelholz eine Rolle. Sie soll 4 mm bei höchstens der Hälfte des Querschnitts überschreiten.
- Maßhaltigkeit und Krümmung von Schnittholz sind nach der Norm ebenfalls begrenzt. Für die Arbeit an Scheunen und an traditionellen Bauernhäusern ist dies aber ohne Bedeutung.

Schnittklassen
Nach dem Anteil der Baumkanten wird das Bauholz in drei Schnittklassen eingeteilt: scharfkantig, fehlkantig oder allseitig von der Säge gestreift (Abb. 172.2).

Abb. 173.1. Bei Bauholz mittlerer Güte sollen die Äste bzw. die Summe der Äste nicht größer sein als ein Drittel der Seite, auf der sie erscheinen.

Abb. 173.2.
Die Faserneigung soll maximal a=1/5l betragen.

All dies macht deutlich, dass bereits bei der Bestellung von Hölzern klare Qualitätsangaben gemacht und diese dann bei der Anlieferung auch kontrolliert werden müssen.

Verwendung von Altholz
Auch ausgebaute alte Hölzer können wieder verwendet werden für die Reparatur von Konstruktionen. Man spricht dann von Zweitverwendung. Wenn dies auch in der Denkmalpflege umstritten ist, weil damit eine künftige Datierung der Reparatur erschwert wird, so ist es doch seit je her eine geeignete, ressourcenschonende und kostengünstige Methode gewesen, insbesondere auch wegen der etwa gleichen Holzfeuchte.

Traditionelle Holzbeschaffung
Ideal für die Reparatur oder den Neubau von Scheunen wäre es, die Hölzer in Absprache mit dem Förster direkt aus dem Wald zu beschaffen. Dieses wird heute leider kaum noch gemacht, denn es ist ja viel einfacher, Hölzer vom Sägewerk nach Maß zuschneiden und anliefern zu lassen, und nicht die Mühen und langen Trocknungszeiten auf sich zu nehmen. Es ist ja auch eine große logistische Herausforderung und bedarf eines geschulten Auges für geeignete Stämme, deren Wuchseigenschaften und Holzfehler. Gleichwohl wäre dieses Vorgehen konsequent und am besten geeignet, Material- und Werktreue sowie traditionelle Handwerkstechniken zu bewahren, indem mit Beil und Spaltkeil gearbeitet, Stamm und Äste optimal genutzt und auch die krummen Teile verwendet werden können.

Holzlager
Holz muss luftig und trocken gelagert werden, vorzugsweise unter Dach. Das Holzlager ist bereits eine Visitenkarte für die Qualität der Arbeit. In einem chaotisches Durcheinander sucht man vergeblich nach passenden Hölzern und es gibt viel Bruch und Verlust. Bretter wie Balken müssen eben und parallel in gleichen Dicken auf Lagerhölzer gestapelt sein (Abb. 173.3). Die Lagerhölzer müssen genau übereinander liegen, sonst gibt es starke Verformungen. Bereits eine falsch gelegte Lagerleiste kann einen ganzen Stapel von Brettern verbiegen.

Hauptwindrichtung

Abb. 173.3. Holzlager

Kastenstapel links und Blockstapel rechts auf 50 cm hohen Lagerhölzern und gleichlagigen Zulagen

Abb. 174.1.
Dachüberstand, Fundamentsockel und Oberflächendrainage gewährleisten einen guten Schutz des Holzgerüstes.

2. Scheunenecke
Der gerundete Balkenkopf des eingehälsten Ankerbalken ist durch den Dachüberstand der Traufe geschützt. Der Balkenkopf des Rähm hat eine Holzschindel als Wetterschutz erhalten. So ist ein guter konstruktiver Holzschutz gewährleistet.

Maßnahmen zum Schutz des Holzes gegen die Zerstörung durch Lebewesen können entweder zur Bekämpfung eines aktuellen Befalls (kurativ) oder zu dessen Vorbeugung (Prophylaxe) oder zu beidem gleichzeitig dienen.
Eine Bekämpfung kann physikalisch durch **Heißluftverfahren**, chemisch durch Begasung oder flüssige Holzschutzmittel) oder biologisch durch natürliche Feinde oder Parasiten erfolgen.
Das Heißluftverfahren ist sehr schonend, effizient und vor allem ungiftig, aber auch recht teuer und in der Region wenig verbreitet. Dieses in Deutschland und Dänemark häufig angewendete Verfahren, bei dem eine Temperatur von mindestens 55° über den gesamten Holzquerschnitt die Insektenlarven abtötet, könnte aber eine gute Zukunft auch in Siebenbürgen haben.
Eine **gezielte biologische Bekämpfung** holzzerstörender Schädlinge ist wenig erprobt und wird von Experten sehr kritisch beurteilt. Eine gesunde Artenvielfalt im Siedlungsraum ist hier sicherlich zuträglich, um die Ausbreitung schädlicher Insekten in Grenzen zu halten, ein Nachweis für den effizienten Holzschutz ist aber kaum möglich.

Am weitesten verbreitet ist der **chemische Holzschutz** mit flüssigen Holzschutzmitteln mit dem nach Möglichkeit die Bekämpfung und die Prophylaxe verbunden werden. Allerdings ist mit dem Aufbringen von toxischen chemischen Mitteln in der Regel eine gesundheitliche Belastung verbunden. Dies muss von den Behörden zugelassen werden. So sind im Laufe der Zeit einige hoch giftige Mittel wieder aus dem Handel verschwunden. Man sollte daher bei der Wahl eines chemischen Holzschutzes sehr vorsichtig sein, denn es wäre ein schlechter Tausch, die Bekämpfung von holzzerstörenden Insekten mit der Gesundheit von Mensch und Tier auf dem Hof zu bezahlen. In den vergangenen Jahren sind auch Mittel auf dem europäischen Markt erschienen, die ohne toxische Bestandteile auskommen und daher ungiftig und auch für Lebensmittellager oder Kinderspielzeug geeignet sind. Diese werden aber von einigen Ländern nicht als Holzschutzmittel anerkannt, eben weil sie nicht toxisch wirken. Aber auch in Rumänien sind heute verträgliche Mittel erhältlich
Ein **vorbeugender Holzschutz** sollte von der Holzart abhängig gemacht werden. Eichenholz mit seinem sehr hohen Anteil an Gerbsäure bedarf in der Regel keines chemischen Holzschutzes. Nadelholz sollte mit Borsalz imprägniert werden, wenn es unter Dach eingebaut wird. Dachlatten müssen in jedem Fall geschützt werden. Für frei bewettertes Nadelholz ist allerdings eine Imprägnierung mit Borsalz ungeeignet, weil das Salz ausgewaschen wird.

Weit bedeutender als der chemische Holzschutz ist der bauliche, der sog. **konstruktive Holzschutz.** Holzkonstruktionen, die der Witterung ausgesetzt sind, müssen konstruktiv vor dauerhaften und zu hohen Durchfeuchtung geschützt werden. Ein dicht am Holz stehender Bewuchs etwa zieht dauerhaft Feuchtigkeit an und verhindert gleichzeitig eine gute Belüftung und damit das Abtrocknen bewetterter Oberflächen. Der Bewuchs muss also zurückgeschnitten werden. Auch eine wirkungsvolle Oberflächendrainage ist ein guter Beitrag zum konstruktiven Holzschutz. Dies kann etwa mit einem ausreichenden Dachüberstand und einem spritzwasserhohen Fundament von jeweils mind. 30 cm erreicht werden (Abb. 19.2). Dies ist aber aus architektonischen Gründen nicht überall möglich und reicht auch allein bei Schlagregen nicht aus. Auch Tau- und Schwitzwasser können in die Konstruktion eindringen. So muss man also bereits bei der Planung und später bei der Durchführung darauf achten, dass in dem gesamten Gefüge Hölzer und Verbindungen so ausgewählt, angeordnet und gestaltet werden, dass Wasser immer gut abfließen kann.
Nuten und Zapfenlöcher (→Schwellen) sollen nicht nach oben zeigen, weil sich darin Wasser sammeln kann.
Waagerechte Hölzer im Wetterbereich sollen abgeschrägt (gefast) werden.
Stöße von Reparaturverbindungen sollen schräg nach außen geneigt geschnitten werden
Zink und Zinkbleche neigen zum „Schwitzen" und sollen nicht direkt an Holzflächen angeschlagen werden, sondern auf Leisten mit einer Hinterlüftung. Insgesamt ist darauf zu achten, dass konstruktive Hölzer nicht flächig mit dichten Materialien (Folien, Pappen) verkleidet werden, sondern stets allseitig von Luft umspült sind.

Eng mit Material und Werkzeug verbunden ist die Fertigkeit, damit auch geschickt und sorgsam umzugehen. Sie ist die dritte Komponente, die notwendig ist für ein gutes Arbeitsergebnis. Seit jeher sind in den Zünften klare Qualitätsstandards definiert worden und in die Handwerksordnungen eingeflossen. Dazu gehört neben der sorgsamen Materialauswahl vor allem die Anforderung, Verbindungen kraftschlüssig und passgenau herzustellen. Nur der Handwerker, der bereit ist, Verantwortung für seine Arbeit zu übernehmen, sich weiterzubilden und seine Fertigkeiten kontinuierlich zu verbessern, Materialien sorgsam zu planen und auszuwählen, sein Werkzeug in gutem Zustand zu halten, positive wie negative Beispiele zu erkennen und zu bewerten, nur der Handwerker wird an die hohen Leistungen der Vorfahren anknüpfen können und gute handwerkliche Qualität und damit Erfolg erzielen. Der Handwerker ist letztlich derjenige, der Wünsche und Entscheidungen, Entwürfe und Planungen Wirklichkeit werden lässt und für die Nachwelt erlebbar macht. Dies ist eine große Verantwortung und der Handwerker sollte sie souverän gegenüber Bauherrn, Planer und Entscheidungsträger vertreten können, sofern er sie anzunehmen bereit und in der Lage ist.

Nicht so...
Sondern so!

1. *Das Schneiden von Verbindungen nur mit der Kettensäge ist nicht fachgerecht und entspricht nicht handwerklicher Qualität.*
2. *Verbindung mit Kreissäge, Stichaxt und Beitel hergestellt.*
3. *Die richtige Führung des Beitels beim Stemmen von Zapfenlöchern.*
4. *Ein ebener Abbundplatz, und gesunde Haltung beim Arbeiten sind Voraussetzungen für ein gutes handwerkliches Ergebnis.*
5. *Das Zubeilen von Hölzern ist traditionell eine der wichtigsten und umfangreichsten Arbeiten gewesen. Auch heute noch stellt dies eine denkmalgerechte Alternative zur Herstellung von Kanthölzern dar.*
6. *Zubeilen eines Fichtenholzstammes.*
7. *Auch das Aufspalten von Eichenstämmen für die Reparatur eines Blockbaus muss mit Sorgfalt und Vorsicht gemacht werden.*

Fotos Seite 176.

1. *Richten eines Ständers mit Winde und Hebel. So kann ein neuer Fundamentstein untergeschoben werden.*
2. *Abb. Beispiel eines Bockgestells mit Aussteifungen zum Abfangen eines belasteten Trägers.*
3. *Die Fundamentsteine sollen nach Form und Festigkeit ausgesucht werden.*

Wie oben bereits beschrieben, betrifft die erste Reparaturmaßnahme die Fundamente. Unter der Last der Konstruktion versinken die einfach auf die Erde gelegten Fundamentsteine im Boden, und dies sehr unterschiedlich. Folglich kommt es in dem Gefüge zu starken Verformungen bis hin zu Brüchen. Derart abgesackte Teile der Konstruktion müssen mit der Winde gerichtet und die Fundamente ergänzt werden. Ist dies die einzige notwendige Reparatur, kann sie ein erfahrener Handwerker auch unter Dachlast durchführen, sodass das Dach nicht abgedeckt werden muss (Foto 176.1).
Auch massive Wände sind häufig stark verformt, geneigt oder gar einsturzgefährdet. Dann muss die aufgehende Konstruktion mit einem Hilfsgerüst abgefangen und die Wand repariert werden (→Reparatur von Mauerwerk S. 53ff).
Das Abfangen von Konstruktionen, um darunter Reparaturen durchzuführen, ist eine verantwortungsvolle Aufgabe, verlangt gute Kenntnisse von den tragkonstruktiven Zusammenhängen im Gefüge und muss daher von einem Ingenieur oder erfahrenen Zimmermeister überwacht werden.
Um der Arbeit an den Fundamenten eine möglichst lange Lebensdauer zu gewähren, muss diese Arbeit sehr sorgfältig durchgeführt werden. So soll eine gute Auswahl an festen, dichten und flachen Steinen zur Verfügung stehen. Bröckelige Steine sind ebenso ungeeignet wie weiche Sandsteine, die kapillar wirksam sind und Wasser aufnehmen können, weil damit das Holz geschädigt wird. Je nach Beschaffenheit des Bodens (Plastizität, Grundwasserstand ...) und des vorhandenen Fundamentes kann es sinnvoll sein, die Fundamentfläche zu vergrößern, um die Bodenpressung und damit das Versinken des Fundamentes zu verringern, oder auch das gesamte Fundament zu vertiefen, um festere Schichten zu erreichen.
Der Einbau eines Betonfundamentes hingegen ist in der Regel nicht sinnvoll, sondern eher schädlich. Keinesfalls soll das Holz direkt auf Beton, sondern immer auf einem festen und dichten Stein stehen.
Wenn ein Ständer nur am Fuß wenige Zentimeter hoch geschädigt ist, kann man ihn auch um dieses Maß kürzen und einen entsprechend höheren Fundamentstein einsetzen (Foto 176.3). So kann man eine aufwendige Anschuhung vermeiden.
Bei Arbeiten an Fundamenten von Ständern, an die Tore angeschlagen sind, muss man natürlich den Tormechanismus berücksichtigen und ggf eine Bohrung für den Drehdorn vornehmen.

Grundzüge der Belastungen in Holzverbindungen

Holz galt in der Vergangenheit immer als kostbarer Rohstoff. Die Zimmerleute sind seit je her sparsam und ökonomisch mit diesem Rohstoff umgegangen und haben insbesondere für die Reparatur von Holzbauwerken geeignete Verbindungen entwickelt, um die notwendigen Eingriffe auf ein Minimum zu beschränken.
Gleichwohl liegt diesen Verbindungen eine gute Kenntnis der konstruktiven Kräfte im Gesamtgefüge und auf die einzelnen Bauglieder zugrunde. Ein auf Biegung beanspruchter Balken etwa bedarf einer anderen Reparaturverbindung als ein druckbelasteter Ständer. In diesem Abschnitt sind daher die verschiedenen Bauglieder mit ihren geeigneten Reparaturverbindungen behandelt.
Bei all diesen Verbindungen ist stets auch die Lage im Gefüge und damit der konstruktive Holzschutz zu beachten.
Es ist oft nicht leicht zu entscheiden, ob, und wenn wie weit ein Konstruktionsholz geschädigt ist. Einige Methoden zur Untersuchung des Holzes sind in dem Abschnitt zur Schadensdiagnose beschrieben. Natürlich sind auch hier wieder die Funktion und die Belastung des Bauteils im Gefüge von großer Bedeutung für eine Beurteilung des Zustandes. Generell kann man aber annehmen, dass Hölzer in den Bereichen ersetzt werden müssen, in denen 2/3 ihres Querschnitts geschädigt sind.
Im Unterschied zu den meist im Winkel zueinander angeordneten konstruktiven Verbindungen dienen Reparaturverbindungen generell der Verlängerung von Hölzern, die in Teilen nicht mehr tragfähig sind und in diesen Bereichen ersetzt werden müssen. Es sind also meistens Längsverbindungen in Faserrichtung.
Wichtig für die Belastung von Holzverbindungen allgemein, insbesondere für die Verbindungsmittel Holznägel und Schraubenbolzen ist die „Schnittigkeit" einer Verbindung. So bezeichnet man die Zahl der Scherflächen zwischen den zu verbindenden Hölzern. Im Traditionellen Holzbau gibt es fast ausschließlich ein- und zweischnittige Verbindungen. Mehrschnittige Verbindungen gibt es nur im Ingenieurholzbau.
Die Verbindungsmittel von zweischnittigen Verbindungen können fast doppelt so viel Last aufnehmen wie von einschnittigen.

Abb. 177.1. Einschnittige und zweischnittige Zugverbindung

Abb. 177.2. ***Belastungsarten für Bauglieder in Holzkonstruktionen***

A Druck quer zur Faser
B Druck (in Längsrichtung), Knicken
C Zug
D Torsion, außermittige Belastungen
E Biegung, Scherung

Bauglieder eines Holzgefüges und ihre Haupt- und		Nebenbelastung
Schwellen:	Druck quer zur Faser, Feuchtigkeit,	Druck, Zug, Torsion
Ständer:	Druck / Knicken (Ausweichen quer zum Holz)	
Rähme:	Druck, Zug (längs und quer), Torsion, Biegung	
Balken:	Biegung / Scherung	Druck, Zug
Ankerbalken	Zug	Biegung
Kopfbänder:	Druck	Zug
Streben:	Druck	Zug
Sparren:	Druck + Biegung	
Kehlbalken:	Druck	Zug

Definitionen der Verbindungen

1. *Blatt und Blattsasse müssen in der Tiefe aufeinander abgestimmt sein. Hier ist das Blatt mit einem Fugennagel gegen Herausziehen gesichert.*

2. *Verkämmung einer Schwellenecke im traditionellen Blockbau, wie im auch Ständer- Bohlenbau (Foto 180.3). Die Eckverbindungen der einzelnen Hölzer im Blockbau sind ebenfalls Verkämmungen.*

3. *Geschmiedete Eisenlaschen beidseitig am Rähm angesetzt und mit Bolzen verbunden als Reparaturverbindung.*

Die wichtigsten Gruppen von Reparaturverbindungen sind:[77] [78]

Blattverbindungen
Als Blatt bezeichnet man ein im Querschnitt reduziertes Ende oder Zwischenstück eines Holzes. Nach seiner Form unterscheidet man gerades, schräges, Haken-Schwalbenschwanz-Blatt u.a. Die Verblattung ist die Verbindung zweier Hölzer zur Verlängerung, Überkreuzung oder Eckausbildung in einer Ebene, die meistens mit mindestens einem Holznagel gesichert wird. Blattsasse ist die Aussparung in dem einen Holz, das das Blatt des anderen Holzes aufnimmt. In Siebenbürgen sind Blattverbindungen die mit Abstand häufigste Verbindungsform, insbesondere findet man sie bei Kopfbändern und Streben (S. 161–162). Für die Reparaturverbindungen sind Blattverbindungen vor allem für die Verlängerung von Hölzern von Bedeutung (S. 179–188; 194).

Zapfenverbindungen
Zapfen stellen eine zweischnittige Verbindung zweier Hölzer her, die meistens senkrecht oder schräg in einer Ebene aufeinander treffen. Zapfen entstehen durch die beidseitige Reduzierung des Querschnittes am Ende des einen Holzes und greifen in des Zapfenloch des anderen Holzes ein. Sie können halb eingelassen oder durchgestemmt sein und verschiedene Formen haben (gerade, abgesetzt, ein oder beidseitiger Schwalbenschwanz) Zapfen werden üblicherweise mit einem Holznagel gesichert. Zapfenverbindungen kommen in Siebenbürgen seltener vor, weil Streben, Fuß- und Kopfbänder generell angeblattet werden. Man findet Zapfen an Hängeböcken von Wehranlagen und mitunter an Aussteifungen in Kirchendächern. Auch Maisspeicher sind häufiger mit Zapfenverbindungen hergestellt, an Scheunen und in Dächern sind Zapfen aber kaum zu finden, mit Ausnahme des durchgestemmten Zapfenschlosses (Abb. 160.1), der Ständer-Rähm-Verbindung (Abb. 160.2), oder in der Verbindung von Mauerschwellen mit Ankerbalken (→Dächer S. 79; Foto 167.6). Auch in der Verbindung von Sparren auf Balken im Sparrendach sind Zapfen üblich (Abb. 78.1.B; Abb. 82.4).
Als Reparaturverbindung werden verschiedene Zapfen eingesetzt (S. 192).

Verkämmung
Eine Verkämmung ist wie ein Blatt ein einseitig im Querschnitt reduziertes Ende oder Zwischenstück eines Holzes. Im Unterschied zur Blattverbindung liegen die zu verbindenden Hölzer jedoch nicht in einer Ebene, sondern bilden zwei Ebenen, die sich lediglich in der Tiefe der Verkämmung durchdringen. Dies wird häufig bei der Verbindung von Ankerbalken mit Mauerschwellen angewendet (→Dächer S. 79), oder bei direkt aufeinanderliegenden, sich kreuzenden Balkenlagen, wie man sie etwa in Glockentürmen findet. Im traditionellen Holzbau Siebenbürgens ist die Verkämmung auch an den Eckverbindungen der Schwellen zu finden (Foto 178.2; 180.3). Auch die Eckverbindungen der einzelnen Blocklagen im Blockbau folgen den Kriterien der Verkämmung, hier aber zweiseitig.

Verklauung
Eine Verklauung ist eine Verbindung zweier Hölzer, von denen das eine schräg gegen zwei Längsseiten des anderen gesetzt ist. Klauen sind die Aussparungen zur Aufnahme des zulaufenden Holzes. Dies ist meistens in der Verbindung von Sparren auf Rähmen oder Dachschwellen der Fall (→Dächer S. 80).

Aufdoppelungen oder Aufbohlungen
sind seitliche Zulagen zur Verstärkung oder zur Stoßüberbrückung für die Längsverbindungen zweier Hölzer. Sie können ein- oder beidseitig mit verschiedenen Verbindungen befestigt werden und stellen je nachdem eine ein- oder zweischnittige Verbindung her. In der Praxis werden Aufdoppelungen vor allem für die Verstärkung von Sparren eingesetzt, wenn diese geschwächt sind (S. 196), oder für einen Ausbau ertüchtigt werden müssen.

Verbindungen mit Beschlägen aus Eisen
Eisenverbindungen werden üblicherweise für den bestimmten Einsatz aus Flach- oder Rundeisen vom Schmied hergestellt und mit Bolzen oder Nägeln befestigt. Auch diese Verbindungen werden vorzugsweise für Reparaturen eingesetzt, wenn andere Reparaturen zu aufwendig sind, keine geeigneten Hölzer zur Verfügung stehen oder mit einem Komplettaustausch wertvolle Altsubstanz verloren geht (→S. 202; Foto 178.3).

Schwellen

Schwellen sind diejenigen horizontalen Hölzer, auf denen die Konstruktion ruht. Sie liegen auf dem Fundament oder auf massivem Mauerwerk. Direkt unter dem Dach bezeichnet man sie als Dachschwelle oder Mauerlatte (siehe unten).
Aufgrund ihrer Lage ist die Schwelle von allen Gliedern einer Konstruktion am stärksten der Belastung durch Feuchtigkeit ausgesetzt. Schwellen müssen daher aus widerstandsfähigem Eichenholz gemacht und konstruktiv vor Spritzwasser und kapillarer (aufsteigender) Feuchtigkeit geschützt werden. Schwellen aus Fichtenholz sind nur in Ausnahmen in besonders geschützten Bereichen zulässig.
In der Regel werden Schwellen direkt ohne Verbindungen auf die Fundamente gelegt, die bestimmte konstruktive und physikalische Bedingungen erfüllen müssen: Sie sind höher als der Spritzwasserbereich aus kapillar unwirksamen (dichten) Steinen aufzubauen. Zement und gebrannte Ziegel (Caramiada) sind ungeeignet und führen zum Verfaulen des Holzes. Auch eine Lage Teerpappe unter der Schwelle hat schädliche Wirkung auf das Holz. Die Hohlräume zwischen Stein und Holz sollen nicht verfüllt werden, sodass die Schwelle auch von der Unterseite von Luft umspült wird. Nur bei verputzten Sockeln kann bis zum Holz vermörtelt werden, die Kanten sollen aber so ausgeführt werden, dass Wasser immer vom Holz wegfließen kann (konstruktiver Holzschutz). Die Schwelle wird nicht auf dem Fundament verankert, sondern wird nur durch das Gewicht in ihrer Lage fixiert. Nur in Ausnahmefällen, wenn dies wegen horizontaler Kräfte auf die Schwelle vom Statiker vorgeschrieben wird, sollen zusätzliche Metallanker eingebaut werden.

Abb. 179.1. ***Schräges Hakenblatt***

Abb. 197.2. Schwellenlager

3. *Zusammenpassen eines Schwellenstoßes mit Schrägem Hakenblatt am Abbundplatz.*

4. *Zu schräg geschnittenes Blatt und falsche Hakenausbildung in der Mitte, die die Verbindung nicht zusammenzieht.*

Schwellen – Eckverbindungen

Abb. 180.1 **Eckverbindung Hakenblatt mit Schwalbenschwanzhaken**

Die Stöße von Schwellen werden überwiegend mit **liegenden Blattverbindungen** hergestellt.
Blattverbindungen gehören zu den ältesten und gebräuchlichsten Holzverbindungen. Am häufigsten findet man das einfache gerade Blatt in sehr kurzer Aufführung mit einem Holznagel gesichert. Diese Verbindung ist sehr einfach herzustellen, erfüllt aber in der Regel nicht die Anforderungen an Stabilität und Dauerhaftigkeit. Die „einschnittige" Verbindung des Holznagels ist nicht stabil und kann leicht auseinandergezogen werden. Gegen ein Verrutschen oder Auseinanderziehen der Schwellen sind gerade oder **schräge Hakenblätter** (Abb. 179.1) am besten geeignet. Sie werden meistens mit einem oder zwei Holznägeln oder Dollen in ihrer Lage fixiert. Die Ausbildung des Hakens ist sehr unterschiedlich. Er soll Zugkräfte aufnehmen können und eine passgenaue Verbindung gewährleisten. Die Haken von Längsverbindungen sollen etwa so lang sein wie die Hölzer hoch bzw. breit sind. Zu kurze Haken können abscheren.
In der jüngeren Vergangenheit wurden häufiger unterschnittene zahnförmig ausbildete Haken ausgeführt (Foto 179.4). Hier liegt die Vorstellung zugrunde, dass sich damit die Verbindung besser „verhakt" und in der Lage bleibt. Dies ist jedoch ein Fehlschluss. Die Verbindung wird durch die Auflast dicht gehalten. Unterschnittene Haken sind eine ungünstige Form, weil dann die Verbindung seitlich ineinander geschoben werden muss und leicht undicht ist. Ein Ausweichen in der Höhe sichert diese Verbindung auch nicht, weil dann die kurze Vorholzlänge des Hakens zum Abscheren neigt.

2

3

4

Der Haken des Hakenblattes dient zur Zugsicherung, soll die Verbindung dichtziehen und sollte daher rechtwinklig zur Blattfläche ausgearbeitet werden.

Für die Eckverbindung von Schwellen kommen zum Einsatz:

- das Hakenblatt mit Schwalbenschwanzhaken als bündige Eckverbindung (Abb 108.1; Foto 180.2),
- Überblattung mit vorstehenden Schwellenköpfen,
- Verkämmung mit vorstehenden Schwellenköpfen, in der Höhe nicht bündig (→Verkämmung; Foto 180.3+4).

Beide letzteren Verbindungen findet man im historischen Holzbau recht häufig.

Zapfenlöcher in Grundschwellen stehen grundsätzlich im Widerspruch zum konstruktiven Holzschutz , weil sich darin Wasser sammeln kann. Aus diesem Grunde werden in manchen Gegenden die Ständer einfach stumpf auf die Schwellen gesetzt. Dies ist aber nur möglich bei genau rechtwinklig geschnittenen Hölzern mit sehr großem Querschnitt.
Üblicherweise werden aber die Ständer mit Zapfen in der Schwelle gesichert. Zapfen in Schwellen auf einem Fundamentsockel brauchen aber in der Regel nicht durch Holznägel gesichert zu werden, weil die Auflast für eine dichte Verbindung vollkommen ausreicht. Diese Zapfen sind selbst lediglich als Lagesicherung anzusehen und können daher klein dimensioniert werden (1/4 x 1/4 b oder 4,5x4,5 cm; Abb. 181.1). Das weite Absetzen des Zapfens vergrößert außerdem die Auflagerfläche des Ständers und erschwert das Eindringen von Wasser. Zapfenlöcher können auch nach unten durchgestemmt oder mit einer ausreichenden Bohrung (10–16 mm) nach unten oder schräg zur (Innen-)Seite „entwässert" werden.

Wenn aus Materialmangel oder wegen schwieriger Einbaubedingungen nur ein stumpfer Stoß möglich ist, kann auch eine Schwalbenschwanzeinlage eingebaut werden (Abb. 181.2).

Fotos Seite 180.
2. Hakenblatt mit Schwalbenschwanz
3. Verkämmung der Schwelle
4. Wie vor, jedoch ohne ausreichende Vorholzlänge

Abb. 181.1. **Abgesetzte Zapfen in einer Grundschwelle ohne Holznagel**

Abb. 181.2. **Stoß mit Schwalbenschwanz-Einlage auf halber Höhe**

Rähme und Mauerschwellen

Abb. 182.1. ***Stoßverbindung mit Einsatzstück mit zweifachem Hakenblatt***

Rähme, insbesondere in Scheunen, sind sehr häufig hoch dimensioniert und auf der Ständerreihe mit den Kopfbändern in kurzen Abständen unterstützt. Sie sind daher wie die Mauerschwellen kaum oder nur sehr gering auf Biegung beansprucht und können ähnlich wie Schwellen gestoßen werden. Allerdings muss immer eine zugfeste Verbindung in Form eines Hakenblattes gewählt und eine Lagesicherung mindestens in Form von zwei Holznägeln eingebaut werden. Wegen der möglichen Verschiebung in der Höhe kann auch eine Bolzenverbindung notwendig sein.

Aufgrund ihrer Länge sind Rähme häufig bereits vom Erbauer aus zwei Teilen zusammengesetzt worden. Bei einer Reparatur sollte man sich an dieser vorhandenen Verbindung orientieren.

Rähme werden durch die Ständer und Kopfbänder gehalten. Folglich werden sie auch verformt, wenn ein Ständer ausweicht. Dies geschieht über lange Zeiträume, Jahre oder Jahrzehnte, sodass das elastische Rähm diese Verformung langsam mitgeht und die inneren Spannungen anpasst und ausgleicht. Daher sind Verformungen prinzipiell kein Problem, es sei denn, sie sind so stark, dass die Spannungen im Holz zu hoch werden und zum Bruch führen. Beim Richten solcher Verformungen muss man sehr vorsichtig vorgehen. Altes verformtes Eichenholz kann wiederum brechen, wenn man es wieder geradebiegen will. Stabile Verformungen sollen daher erhalten bleiben. Ein gebrochenes Rähm muss allerdings repariert werden. Bei vollständigem Substanzverlust kann ein Reparaturstück mit Hakenblättern eingesetzt werden, wie bei den Balken beschrieben. Ein angebrochenes Rähm kann auch mit zwei Metalllaschen und Bolzen so in seiner Lage fixiert werden, dass es noch über Jahrzehnte ohne weiteren Substanzverlust seine Aufgabe erfüllt (Foto 178.3).

Das **Auswechseln von Rähmen**, auch in Teilen ist ein aufwendiges Unterfangen, weil man es einerseits mit einem sehr schweren Bauteil zu tun hat (bereits ein 3 m langes Stück frisches Eichenholz mit einem Querschnitt von 30 x 30 cm wiegt bereits etwa 250 kg), andererseits die Lage unter der Sparrenreihe sehr unzugänglich ist, und das Rähm ja über die Ständerzapfen „eingefädelt" werden muss. Es hat sich bewährt, ein neues Rähm zunächst innen über die Ankerbalken zu legen, die Sparren mit einem Montagebalken (Zulage) und einer Zugsicherung zu verbinden und zu sichern. Dann kann man die ganze Dachhälfte im Bereich des auszuwechselnden Rähms leicht anheben, unterstützen und sodann das Rähm austauschen, wie in Abb. 183.1 dargestellt. Eine solche Reparatur erfordert viel Gefühl und Geschick des Zimmermanns, ist aber sehr effizient. Auf die richtige Anordnung des Rähmstoßes (Schräges Hakenblatt) muss dabei geachtet werden, um das Einsetzen des neuen Teilrähms von oben zu gewährleisten.

Mauerschwellen (Mauerlatten, Dachschwellen) sind so wie Schwellen zu behandeln, jedoch sind sie in Querrichtung mit den horizontalen Schubkräften aus dem Dach belastet. Sie werden daher auch wie Rähme mit Ankerbalken in ihrer Position gehalten, jedoch in der Regel mit speziellen Verbindungen. Eine Verkämmung oder Verblattung ist nur mit ausreichendem Überstand (Vorholz) des Ankerbalken möglich. Außen bündige Verkämmung wie bei der Schwellenecke ist nicht ausreichend. Ebenfalls ist die weit verbreitete einfache Verblattung mit einem Holznagel keinesfalls ausreichend. Die hohen Zugkräfte werden nur über die einschnittige Verbindung des Holznagels abgetragen und ziehen die Verbindung immer auseinander.

Eine einfache Zapfenverbindung mit Holznagel bietet immerhin eine zweischnittige Verbindung, ist aber ebenfalls nicht ausreichend.

Das **Schwalbenschwanzblatt** (Abb. 79.5) bietet hier die einfachste und sehr effiziente Möglichkeit, es sollte aber gegen Abheben mit schräg eingeschlagenen Holznägeln (Fugenvernagelung) gesichert werden.

Auch der etwas schwieriger herzustellende durchgestemmte einseitige **Schwalbenschwanzzapfen** mit Verkeilung ist eine gute Verbindung für diesen Zweck. Diese Verbindungen können am sichersten Zugkräfte aufnehmen (Abb. 79.9).

Abb. 183.1.
Auswechseln eines Rähms unter Dach

1. *Defektes Rähm*
2. *Zugsicherung mit Zulage (2a) unter den Sparren*
3. *Anheben der Sparren mit Winden und Unterstützung (3a)*
4. *Einsetzen des neuen Rähms (Teilstückes) von innen über die Zapfen*

Abb. 183.2.+3.
Abgewinkelter Rähmstoß als Sonderkonstruktion für begrenzte Einsatzgebiete

Balken, -verlängerungen, -reparaturen
Stehendes Gerades Blatt

Abb. 186.1.
Gerades stehendes Blatt mit 4 Schraubenbolzen

... beidseitig schräg geschnitten

Das Ersetzen geschädigter Balkenköpfe gehört zum Standardrepertoire des Zimmermanns. Allein für die Reparatur von Deckenbalken ist eine ganze Palette möglicher Reparaturen entwickelt worden.
Balken sind in der Regel auf Biegung beansprucht, Ankerbalken zusätzlich auch hohen Zugkräften ausgesetzt, entsprechend muss eine Längsverbindung gestaltet werden Auch hier bieten sich mehrere Verbindungen an auf der Basis des stehenden, also senkrechten Blattes. Liegende Blattverbindungen sind für biegebeanspruchte Bauglieder ungeeignet.
Eine geeignete einfache Verbindung ist **das stehende Gerade Blatt**, entweder mit geraden Schultern (Abb. 186.1 oben) oder in zwei Richtungen schräg eingeschnitten (Abb 186.1 unten). Die Länge des Blattes richtet sich nach der aufzunehmenden Last. Diese Verbindung muss mit vier Schraubenbolzen gesichert werden. Wird sie zusätzlich noch an den Stirnseiten unterschnitten, wird ein seitliches Ausweichen verhindert. Bei höheren Belastungen und größeren Spannweiten müssen zur Aufnahme der Scherkräfte in der Verbindung geeignete Dübel (→S. 200) eingebaut werden. Auch ein Schrägschnitt der Schultern nimmt die senkrechten Scherkräfte gut auf, wandelt sie aber teilweise in längs gerichtete Scherkräfte um, sodass auch diese Verbindung mit Bolzen und/oder Dübeln gesichert werden muss.

Fotos Seite 186.
2.+3. Beispiele für Verbindungen nach Abb. 186.1 mit beidseitig schräg geschnittenen Schultern

Foto 186.4.
Das seitliche Anlaschen von Kanthölzern oder Bohlen gehört in der Praxis zu den häufigsten Maßnahmen. Dies ist aber nur in verdeckten Bereichen akzeptabel, stellt keine zünftige Zimmermannsarbeit dar und ist nur in Verbindung mit effektiven Verbindungsmitteln (Bolzen, Passbolzen und/oder Dübel) statisch wirksam.
Foto 186.4 zeigt eine solche Maßnahme, deren statischen Mängeln mit zusätzlichen Umwicklungen aus Flacheisen nur unzureichend begegnet wurde.

Die Variationsbreite der Blattverbindungen kann durch die folgenden Beispiele deutlich gemacht werden.

Das stehende Gerade Blatt, beidseitig schräg geschnitten mit Rechteckdübel ist die konsequente Weiterentwicklung der vorher gezeigten Verbindung. Dem Dübel (→S. 200) aus trockenem Hartholz kommt dabei besondere Bedeutung zu, denn er nimmt die Längskräfte aus dem Zug (des Ankerbalken) und der zuvor beschriebenen Längsscherung auf. Entsprechend stabil muss er ausgebildet werden. Wie die Haken der Hakenblätter soll er etwa so lang sein wie die Höhe des Holzes und in beide Blattseiten etwa 1/8 tief, mindestens aber 2 cm eingelassen werden. Wie alle Dübelverbindungen muss auch diese mit zwei Schraubenbolzen gesichert werden, da auch ein geringfügiges Öffnen der Längsfuge zur Verringerung der Druck–Kontaktflächen und zum Versagen der Verbindung führen kann.
Diese Verbindung ist sehr effizient und auch recht einfach herzustellen, muss aber sorgfältig und passgenau gearbeitet werden.
Zuerst werden beide Blätter mit den schrägen Stößen genau aufeinandergearbeitet. Erst dann wird die Aussparung für den Rechteckdübel senkrecht angerissen, geschnitten und ausgestochen.

Fotos Seite 187.
2. *Ausarbeiten der Blattverbindung mit Beil und Stichaxt*
3. *Belastungsprobe der Verbindung durch das Handwerkerteam*

Abb. 187.1.
Stehendes Gerades Blatt
beidseitig schräg geschnitten, mit Rechteckdübel

Das gerade stehende Hakenblatt, beidseitig schräg eingeschnitten und unterschnitten begegnet den Belastungen aus Biegung und Zug auf sehr elegante Weise: Der Haken nimmt die Zugkräfte auf, die schräg geschnittenen Schultern die Biegung, und die Unterschneidung verhindert ein seitliches Ausweichen dieser Verbindung, die damit theoretisch ohne zusätzliche Lagesicherung auskommt. Die Keile sorgen lediglich dafür, die Schultern und damit die Unterschneidung dichtzudrücken. In der Praxis wird man aber immer eine zusätzliche Sicherung durch Holznägel oder Schraubenbolzen einbauen, weil durch das Schwinden und Arbeiten des Holzes die Keile oder die Verbindung gelöst werden könnte.

Diese und die vorherige Verbindung eignen sich für alle sichtbaren Balkenverlängerungen, sind auf Biegung und Zug belastbar und repräsentieren hochwertige Zimmerarbeiten.

Abb. 188.1.
Gerades stehendes Hakenblatt mit Keilen beidseitig schräg geschnitten und schräg unterschnitten

Balken, -verlängerungen, -reparaturen mit Einsatzstücken

Wenn ein Ankerbalken oder auch eine Schwelle gebrochen oder auf einer kurzen Strecke geschädigt ist, kann man diesen Defekt auch mir einem **Einsatzstück** „überbrücken". Eine solche **Stoßverbindung** spart den Austausch langer Hölzer, weil beide Seiten des geschädigten Balkens im Gefüge bleiben können. Als stehende Blattverbindung wie in der Abb. 189.1.A gezeigt, kann sie für Ankerbalken verwendet werden, liegend für Schwellen. Für biegebeanspruchte Bauglieder ist sie aber nicht geeignet.

Mit der gleichen Verbindung, jedoch mit verlängertem Einsatzstück können zerstörte Bereiche ersetzt werden (Abb. 189.1.B).

Wie vielfältig die Möglichkeiten der Reparaturverbindungen sind, zeigt auch dieses Beispiel Abb. 190.1, das als Weiterentwicklung des vorher beschriebenen Einsatzstückes zu den Aufdoppelungen überleitet.
Auch dies ist eine **Stoßverbindung für gebrochene Zugbalken**, die die konstruktiven Vorteile des Hakenblattes mit denen der Aufdoppelung kombiniert, entweder einseitig, oder wie dargestellt zweiseitig. Die Reparaturhölzer müssen mit zwei Schraubenbolzen fixiert werden. Bei längerer Ausführung und mit mindestens vier Bolzen (und ggf. Dübeln) kann diese Verbindung auch Biegebeanspruchung aufnehmen.

Abb. 189.1. A. ***Stoß mit geradem Einsatzstück mit Haken***

... und B. ***mit verlängertem Einsatzstück***

Zugbalken

Abb. 190.1.
Zweiseitige gerade Einsatzstücke mit Haken

Die einfachste Weise, gebrochene Zugbalken zu reparieren ist jedoch das Anlaschen von Flacheisen (Fotos 190.2+3). Auch dies ist eine sparsame, substanzerhaltende Weise und erfüllt daher, obwohl keine zünftige Zimmermannsverbindung, die Kriterien einer sinnvollen und denkmalgerechten Reparatur.

Ein häufiger Schadensfall von **Ankerbalken mit Zapfenschloss** ist die Überbelastung des Zapfens und seiner Verkeilung. Sichtbar wird das Versagen dieser Verbindung an der freiliegenden Schulter des Ankerbalken auf der Innenseite, dem gebrochenen Keil und dem aufgespaltenen Zapfen (Foto 167.5).
Für die Reparatur dieses Schadens muss zuerst die Konstruktion mit der Seilwinde zusammengezogen werden, möglichst bis Balkenschulter und Rähm dicht schließen. Dann kann der Keil ersetzt werden. Den aufgespaltenen Zapfen sichert man am besten mit einer Eisenmanschette, die mit Bolzen fest zusammengezogen wird (Abb. 191.1). Ein Bolzen senkrecht durch den Zapfen wäre zwar gestalterisch eleganter, würde aber den ohnehin schwachen Querschnitt des Zapfens noch weiter schwächen und ist deswegen nicht zu empfehlen.

Fotos Seite 190.

2. *Reparatur eines aufgrund zu starker Faserneigung gebrochenen Ankerbalken mit Metallbügel und Flacheisen auf beiden Seiten.*
3. *Das Mittelstück des Ankerbalken ist vollständig heraus gebrochen und durch zwei Zugeisen ersetzt worden.*
4. *Das Anlaschen von Bohlen wird häufig mit wohlgemeinten, aber unzureichenden Mitteln vorgenommen.*

Ankerbalken mit Zapfenschloss

Abb. 191.1.
Spannmanschette

Abb. 191.2.
Eingesetzter Zapfen

Ist das Holz des Zapfens jedoch befallen und nicht mehr fest genug, kann er durch einen „Falschen Zapfen" aus trockenem, gerade gewachsenen Eichenholz ersetzt werden. Aufgrund der hohen Zugkräfte muss der neue Zapfen sehr lang sein und mit vier Passbolzen oder besser Stabdübeln von 30 mm Durchmesser gesichert werden (Abb. 191.2). In Scheunen mit großer Spannweite und damit großen Dächern mit hohen Zugkräften ist diese Reparatur jedoch problematisch und muss von einem Ingenieur bestimmt werden. Die Breite des „Falschen Zapfens" richtet sich nach dem im Ständer vorhandenen Zapfenloch und soll etwa 1/3 der Breite des Ankerbalken betragen.
Es ist nicht ganz einfach, einen so langen exakten Schlitz an Ort und Stelle in den Ankerbalken einzustemmen. Passgenauigkeit ist jedoch für die Festigkeit dieser zweischnittigen Verbindung unverzichtbar. Ein stabiles Arbeitsgerüst und genügend Arbeitsraum sind dafür Voraussetzung.

Bei einer größeren Schädigung muss der komplette befallene Kopf des Balken mit einer Längsverbindung ersetzt werden. Balken sind in der Regel auf Biegung beansprucht, Ankerbalken zusätzlich auch hohen Zugkräften ausgesetzt, entsprechend muss eine Längsverbindung gestaltet werden. Auch hier bieten sich mehrere Verbindungen an auf der Basis des stehenden, senkrechten Blattes. Liegende Blattverbindungen sind für biegebeanspruchte Bauglieder ungeeignet.

Eine geeignete einfache Verbindung ist das Stehende Gerade Blatt, in zwei Richtungen schräg eingeschnitten. Die Länge des Blattes richtet sich nach der aufzunehmenden Last. Diese Verbindung muss mit vier Schraubenbolzen gesichert werden. Wird sie zusätzlich noch an den Stirnseiten unterschnitten, wird ein seitliches Ausweichen verhindert.
Für Ankerbalken muss eine zugfeste Verbindung gewählt werden, wie es das stehende gerade Hakenblatt darstellt. Das stehende gerade Hakenblatt, beidseitig in zwei Richtungen schräg geschnitten und schräg eingeschnitten, mit Verkeilung (Abb. 188.1) ist zwar recht kompliziert, erfüllt aber alle konstruktiven Bedingungen und kommt ohne Bolzen aus.

Zapfenverbindungen

A

B

Abb. 192.1.
A Falscher Zapfen
B Abgesetzten Falscher Zapfen

Abb. 193.1.
Eingeschobener Falscher Zapfen
mit Verkeilung

Abb 193.2.
Zapfengeometrie

gebrochene Kanten

Abb. 193.3.
Zapfengeometrie
versetzte Lochbohrung für den Holznagel zum Dichtziehen der Schultern

2. Falscher Zapfen mit zwei Dollen gesichert

Nach den Blattverbindungen bilden die Zapfenverbindungen die zweite Gruppe der Holzverbindungen.
Im Unterschied zu den Blattverbindungen sind Zapfenverbindungen generell zweischnittig.
Zapfenverbindungen dienen überwiegend der winkligen Verbindung von Konstruktionshölzern, können aber auch für Längsverbindungen eingesetzt werden.

Für Reparaturen werden folgende Verbindungen eingesetzt:

- Falscher Zapfen
- Schleifzapfen
- Jagdzapfen
- Scherzapfen (mit Gratschnitt)

Zapfen sind eine entwicklungsgeschichtlich jüngere Form der Holzverbindung. Je nach Einsatz müssen sie mit einem Holznagel gesichert werden und bilden dann eine stabile zweischnittige Verbindung. In Fachwerk und Rahmenkonstruktionen sind sie weit verbreitet, in sächsischen Bauernhäusern kommen sie an Sparrenfüßen bei Sparrendächern vor, aber auch in der Verbindung von Scheunenständern und Rähmen, an Riegeln und in Rahmenkonstruktionen wie Maisspeichern.

Zerstörte Zapfen können am besten mit einem „Falschen Zapfen" repariert werden. Hierbei wird das intakte Konstruktionsteil in der Breite des Zapfens geschlitzt und sodann ein neues Holz eingesetzt und mit Dollen gesichert (Abb. 192.1). Ein solcher Falscher Zapfen kann auch in eine fest gefügte Rahmenkonstruktion eingesetzt werden. Es wird dann zuerst das Reparaturholz in das Zapfenloch eingeführt und sodann der zuvor passgenau geschlitzte Riegel darübergeschoben und mit Dollen fixiert. Auf ähnliche Weise kann auch ein vollständig neuer Riegel mit einem sogenannten Jagdzapfen eingesetzt werden.

Schwieriger ist eine Zapfenreparatur, wenn dieser auch belastet wird, wie etwa an einem Sparrenfuß, wo der Zapfen die Schubkraft aus dem Dach auf den Balken überträgt. Ist so ein Verbindungsknoten verrottet, muss der Sparren oder gar Sparren und Balken angeschuht werden (Abb. 82.4). Diese Reparatur wird dann mit der bereits beschriebenen stehenden Blattverbindung vorgenommen. Ein neuer Zapfen muss dann natürlich angearbeitet werden.

Bei neuen Konstruktionselementen muss darauf geachtet werden, dass die Holznägel die Verbindung dicht zusammenziehen. Dies wird dadurch erreicht, dass die Bohrung für den Nagel im Zapfen um 1–2 mm versetzt zur Schulter hin angeordnet oder leicht schräg gebohrt wird (Abb. 193.2+3). Der Zapfen soll stramm im Zapfenloch sitzen aber problemlos hineingleiten und wird daher an den Vorderkanten leicht abgeschrägt.

Fotos Seite 193.
4 +5. Neubau einer Scheune nach traditionellem Vorbild mit Einhälsung und Gabelzapfen für die Verbindung von Ständern, Ankerbalken und Rähm.

Abb. 193.6.
Gute Zimmerleute achten immer auf eine dichte fugenlose Konstruktion. Daher müssen Konstruktionsglieder, die an ein fehlkantiges Holz anschließen, bereits beim Abbund entsprechend angepasst werden.
Ein sehr häufiger Fall ist ein Riegel wie oben dargestellt, der mit einer schräg unterschnittenen Schulter genau in den fehlkantigen Ständer eingreift und so eine fugenlose Verbindung gewährleistet.

Aussteifungselemente – Reparatur von Kopfbändern

B

Innen

Außen

b1

h

H

50°

1/4

H/B = 5/4 oder = 4/3

Abb. 194.1.
Kopfbandgeometrie

Druck

Zug

Abb. 194. 2.
Kräfteverteilung auf die Kopfbänder bei Horizontalschub im Rähm

Blattsasse

Blatt

b1

b2

h

Abb. 194.3. **Kopfband**
Reparaturstück eines Blattes

Aussteifungselemente sind prinzipiell alle diagonalen Bauglieder, die die Stabilität der Konstruktion gewährleisten. Dazu zählen die Streben, die Kopf- und die Fußbänder. Diese Elemente sind in den traditionellen Holzkonstruktionen in Siebenbürgen immer verblattet und sehr häufig mit einer Fugenvernagelung gesichert. Weil diese Elemente sowohl auf Druck wie auch auf Zug beansprucht werden können (Abb. 194.2), sind die Blattverbindungen haken- oder schwalbenschwanzförmig ausgebildet, um eine auch auf Zug kraftschlüssige Verbindung zu gewährleisten. Bei hohen Belastungen kommt mitunter noch eine Verdrehung (Torsion) hinzu. Die komplexe Kraftwirkung macht eine Reparatur besonders schwierig, weil diese ja auch mit der Reparaturverbindung wirksam bleiben muss.
Ein Kopfband wird nur im Ausnahmefall repariert. Als relativ kurzes Holzelement wird es daher eher komplett ersetzt, wenn es die Tragfähigkeit versagt oder bereits fehlt.

Gleichwohl kann ein zerstörtes Blatt eines sonst guten Kopfbandes herausgeschnitten und mit einem neuen ersetzt werden (Abb. 194.3). Denn es ist auch sehr schwer, ein geeignetes Ersatzstück zu finden, insbesondere wenn das Original aus einem Krummholz gefertigt wurde und die Battsassen in der Konstruktion nach dieser Krümmung ausgearbeitet sind. Anders als bei neuen Konstruktionen, in denen die Sassen nach den Kopfbändern gefertigt werden, müssen Ersatzkopfbänder ja an den vorhandenen Blattsassen orientiert werden und an diese möglichst genau angepasst werden.
Kopfbänder dienen zur Aussteifung des Gesamtgefüges und müssen Druck- wie Zugkräfte aufnehmen können. Der Druck wird über die Schultern gut aufgenommen, für den Zug ist die Ausarbeitung eines Hakens oder halben Schwalbenschwanzes notwendig. Bei den Kopfbändern findet man ein reiches Repertoire an gestalterischer Vielfalt, die allerdings selten aus einem Gestaltungswillen des Zimmermanns als vielmehr aus der jeweiligen Notwendigkeit heraus geboren ist, je nach verfügbarem Material oder räumlichen Rahmenbedingungen.
Bei Reparaturen sollte man daher unbedingt auf die vorhandenen oder auch benachbarten Details achten. Keinesfalls darf die Gestaltung von Kopfbändern und ihren Verbindungen einer gestalterischen Fantasie überlassen werden, sondern muss sich stets an die Regeln traditioneller Handwerkskunst halten. Von denen seien hier einige genannt, die häufig außer Acht gelassen werden:

1. Blattverbindungen werden immer auf der „Bundseite", der guten, rechtwinklig ausgearbeiteten Seite „bündig" angeschlagen, das ist gleichzeitig auch die Sichtseite der Konstruktion.

2. Kopfbänder werden immer etwas steiler als 45° also etwa 50° angeschlagen oder nach dem Verhältnis H/B = 5/4 oder = 4/3. Bei letzterem Verhältnis ergibt die Länge des vollen Kopfbandprofils zwischen den Blättern 5 Teile. Damit ist wieder die rechtwinklige Konstruktion gegeben, wie in Abb. 77.1. dargestellt.

3. Haken oder Schwalbenschwanz werden immer nur einseitig auf der Innenseite des spitzen Winkels, den das Kopfband mit Ständer oder Rähm bildet, angeschlagen, niemals auf der Außenseite.

4. Kopfbänder haben meistens keinen quadratischen, sondern einen ausgeprägt rechteckigen Querschnitt. Die breite Seite ist die Höhe (h) und Sichtseite des Kopfbandes, die schmale Seite (b2) liegt in der Konstruktionsebene und wird für die Blattverbindung halbiert.

Fotos Seite 195.

1. *Für den Ersatz eines einzelnen Blattes bietet sich eine Blattverbindung gleicher Stärke an, wie die noch vorhandene Blattsasse vorsieht. Dies ist in der Regel etwa die Hälfte der Kopfbandbreite (b2).*

   Dieses Reparaturstück sollte mit 4 schräg eingesetzten Dollen gesichert werden. Bei der Reparatur auf dem Foto hat man 2 Eisenbolzen gewählt.
2. *Schwalbenschwanzblatt*
3. *Hakenblatt*
4. *Hakenblatt mit geschweiftem Ende*
5. *Auf keinen Fall sollen solche Blattformen zum Einsatz kommen.*
6. *Neubau eines Laubenganges mit Knaggen nach historischem Vorbild.*

Nein! Nein! Nein!

5

Weitere Reparaturverbindungen, Einsatzstücke, Aufbohlungen

Fotos Seite 196.

1.+2. Reparatur eines konstruktiv wenig belasteten, aber punktuell weitgehend zerstörten Baugliedes mit einem Einsatzstück.

3. Einsatzstück an einem ausgebrochenen Zapfenloch. Mit dieser relativ kleinen Reparatur ist das Originalholz wieder voll einsatzfähig.

4. Aufbohlung von sehr schwach bemessenen Sparren zu deren Ertüchtigung.

5 Kreuzverkämmung in einem Balken zum Einsatz einer Stütze. Diese Form der Verkämmung ist mit Handsäge und Stecheisen sehr einfach herzustellen.

Ein komplizierter Fall tritt immer dann ein, wenn durch ein über Jahre undichtes Dach einen ganzen Verbindungsknoten geschädigt hat, weil damit nicht nur ein Konstruktionsglied, sondern gleich mehrere repariert oder ersetzt werden müssen. Häufig ist dann die Standsicherheit des gesamten Gefüges geschwächt, und eine größere Reparatur wird notwendig. Dies kann nur von einem fachkundigen Ingenieur oder Architekten entschieden werden.

Wenn so eine punktuelle, aber starke Schädigung nur ein Konstruktionsglied geschädigt hat, kann hier ein Einsatzstück die geschädigten Teile ersetzen. Es ist erstaunlich, wie tragfähig auch sehr stark geschädigte Hölzer in einem Gefüge noch sind. Mitunter ist nur noch ein Viertel oder noch weniger des ursprünglichen Querschnittes übrig, und dennoch versagt das Bauglied nicht. Natürlich kommt es darauf an, welche Funktion das Bauglied in dem Gefüge zu erfüllen hat und wie belastet es ist. Wenn weniger als ein Drittel des Querschnitts übrig ist, sollte das Holz in diesem Bereich immer komplett ersetzt werden.

Es kommt immer wieder vor, dass an wetterexponierten Stellen Risse, Äste oder Ausbrüche so liegen, dass Wasser eindringen und zu weiteren Schäden führen kann. Solche Stellen können mit Einsatzhölzern repariert werden, die in einer Weise geformt werden müssen, dass Wasser immer aus der Konstruktion laufen kann und vorzugsweise mit entsprechenden Unterschneidungen und keilförmigen Zuschnitten, dass das Holz mit einfacher Nagelfixierung in seiner Lage befestigt wird (Beispiel Foto 196.3). Verleimungen verbieten sich auch für solche kleinen Einsatzhölzer, weil mit der Leimfläche der Feuchteaustausch zwischen den Hölzern und mit der Luft verhindert wird.

Im Übrigen gilt für alle weiteren Reparaturen der bekannte Grundsatz, sich am Original zu orientieren, also die gleiche Verbindung zu wählen wie vorhanden, es sei denn, die Originalkonstruktion zeigt offensichtliche Defizite, die zum Schadensfall geführt haben. Dies ist aber meistens nicht der Fall. Insbesondere sollen historische Details wie etwa die Verklauung der Sparrenfüße auf der Fußpfette erhalten und auch bei Reparaturen wieder eingesetzt werden (Abb. 80.1+2).

Verbindungsmittel: Holznägel, Dollen, Dübel, Nägel, Bolzen und geschmiedete Verbinder

In alten Holzkonstruktionen wurden die Hölzer durchweg mit Zapfen, Verblattung und Versatz in solcher Ausformung miteinander verbunden, dass die auftretenden Kräfte gut aufgenommen werden konnten. Zur Lagesicherung wurden Holznägel verwendet, die für Reparaturen gelöst werden konnten. Für schwere Konstruktionen und Sonderfälle wurden geschmiedete Nägel, Bolzen und Beschläge eingesetzt. Das tragkonstruktive Gefüge, Spannweiten, Materialquerschnitte, Details und Verbindungen wurden vom Baumeister „intuitiv" mit den über Generationen weitergegebenen Erfahrungen bemessen.

Im modernen Holzbau ist im Zuge der Optimierung von Holzquerschnitten und Konstruktionen eine ganze Palette weiterer Verbindungsmittel mit genau berechenbaren Materialeigenschaften hinzugekommen, die zum Teil auch für material- und kostensparende Reparaturmaßnahmen im Sinne der Denkmalpflege eingesetzt werden können. Die Regeln des modernen Ingenieurwesens verlangen, sowohl die Konstruktionen im Ganzen, wie auch die Verbindungsdetails mit einer fast dreifachen Sicherheit genau zu berechnen. Dies ist für historische Konstruktionen kaum möglich, wenn sie auch die geforderten Sicherheitsfaktoren oft bei Weitem überschreiten. Daher werden in der Praxis die handwerklichen Verbindungen nach Erfahrungswerten konstruktiv bemessen. Insbesondere für die Reparatur an Bauernhäusern und Scheunen kann man diesen Grundsatz gut anwenden, weil es hier sehr viele vergleichbare Gebäude und Konstruktionen gibt.

Unterschieden werden die für historische Konstruktionen einsetzbaren Verbindungsmittel in:

1. **Holznägel**
2. **Dollen**
3. **Dübel**
4. **Nägel aus Eisen**
5. **Schrauben und Schraubenbolzen**
6. **Bauklammern aus Eisen** (Abb. 202)
7. **Geschmiedete Beschläge aus Eisen**

Die modernen Stahl-Verbindungsmittel wie Nagelplatten, Winkel und Formteile werden für historische Konstruktionen nicht verwendet. Diese Nagelplattenverbinder sind zusammen mit den dafür bestimmten Kammnägeln für ganz bestimmte Einsatzgebiete im modernen Ingenieurholzbau entwickelt worden und haben nur hier ihren Sinn. Zudem neigen diese verzinkten Stahlbleche zum „Schwitzen", Luftfeuchtigkeit kondensiert an ihnen und schädigt das Holz. Des weiteren zersetzt die Gerbsäure des Eichenholzes die Verzinkung und die Verbinder fangen an zu rosten. Schließlich führt die hierzulande verbreitete Unsitte, diese Verbinder mit modernen Kreuzschlitzschrauben zu kombinieren, zu absurden, statisch unbrauchbaren und schädlichen Verbindungen. Mit diesen modernen Verbindern wird eine Baumarktmentalität gefördert, die bei Reparaturarbeiten an historischen Gebäuden nichts zu suchen hat.

Die letzte Gruppe der Verbindungsmittel, die Verleimungen haben bei richtiger Anwendung zwar vorzügliche Materialeigenschaften, bleiben aber für historische Konstruktionen ebenso unbeachtet.

Abb. 197.1 ***Historische Verbindungsmittel aus Eisen:*** *geschmiedete Nägel, Drahtstifte (a), Schrauben (b), Bolzen (c), Zuganker (Schlaudern, e+f), Splinte, Passbolzen (d) (Quelle: Das Zimmermannsbuch, 1895)*

2. Nagelplatten-Winkelverbinder mit Kammnägeln. Diese Verbindungsmittel werden in historischen Konstruktionen nicht verwendet, auch nicht in Kombination mit neuen Bauelementen!

Holznägel

Holznägel sind keine Produkte, die man auf dem Markt kaufen kann. Sie werden vom Zimmermann individuell für jedes Bauwerk gefertigt. Das Herstellen von Holznägeln ist eine typische Schlechtwetterarbeit des Zimmermanns. Sie werden immer aus trockenem (möglichst unter 15% Holzfeuchte) Eichenholz mit etwa quadratischem Querschnitt gespalten, nicht gesägt, um die Fasern nicht zu verletzen. Dann werden sie mit dem Zugmesser leicht konisch und achteckig auf die genaue Stärke abgezogen. Um diesen Arbeitsgang zu optimieren, haben die Zimmerleute dafür eigens Werkbänke entwickelt (Foto 198.1). Das Einspannen des Holznagels in die Schnitzbank hat zur Folge, dass der Kopf beim Abziehen des Schaftes quadratisch bleibt (Foto 198.2). Die Spitze und oft auch der Kopf werden zum Abschluss prismatisch zugeschnitzt (Foto 198.6). Ein prismatisch zugeschnittener Kopf verhindert außerdem ein Aufspalten des Nagels beim Einschlagen.

Holznägel werden in Serien aus einem Eichenklotz gewonnen und haben daher alle die gleiche Länge. Sie sollen etwa 3–4 cm länger sein als die Breite der zu verbindenden Hölzer, sodass sie auf beiden Seiten etwas vorstehen. Holznägel werden nach dem Einschlagen in die Konstruktion nicht abgeschnitten.

Holznägel und Bohrungen müssen gut aufeinander abgestimmt sein (in der Regel 18–22 mm Lochdurchmesser, abhängig auch von den Holzquerschnitten), sodass der Nagel die Konstruktion fest zusammenzieht. Bei Zapfenverbindungen etwa wird das Loch im Zapfen um eine Bohrerspitze (=1–2 mm) zur Zapfenschulter hin versetzt gebohrt, sodass mit dem Einschlagen des Nagels die Schulter fest angezogen wird (siehe Zapfenverbindungen).

In alten Konstruktionen sind die Nagellöcher bisweilen sehr ausgewittert und damit an der Oberfläche stark vergrößert. Um für diesen Fall aufwendige Reparaturen an der Konstruktion zu vermeiden, kann man Holznägel auch individuell mit vergrößerten Köpfen herstellen. Sie bleiben aber immer konisch zugeschnitten (Abb. 191.1 Mitte).

Bis auf wenige regionale Ausnahmen haben Holznägel keinen abgesetzten Kopf. Solche meist gedrechselten Nägel werden lediglich als Ziernägel und in bestimmten regional begrenzten Konstruktionen eingesetzt.

Fotos Seite 198.

1. *Traditionelle Schnitzbank für Holznägel*
2. *Ausziehen der Holznägel mit dem Zugmesser an der Schnitzbank*
3. *... oder an einer Behelfsbank*
4. *Ausbohren der Löcher für den Holznagel mit der Bohrwinde*
5. *Holznägel werden aus gespaltenem trockenem Eichenholz hergestellt.*
6. *Für ausgewitterte Bohrlöcher werden größere Köpfe geschnitzt.*

Dollen

Holznägel sind die ursprüngliche Form der Fixierung von Verbindungen verschiedener Bauglieder in einem Gefüge. Sie dienen lediglich zur Lagesicherung von statisch gesehen gelenkigen Verbindungen.

Anders ist dies bei den meisten Reparaturverbindungen, denn hier handelt es sich in der Regel um eine starre Längsverbindung innerhalb eines Baugliedes, die möglichst nicht gelenkig ist und auch nicht lösbar sein soll. Für solche Verbindungen werden sogenannte Dollen eingesetzt. Diese sind im Prinzip auch Holznägel, werden wie diese aus trockenem Eichenholz gespalten, sind aber im Gegensatz zu diesen nicht polygonal und konisch geschnitten, sondern kreisrund und zylindrisch, mit anderen Worten: exakt geformte für das Bohrloch passgenaue Rundstäbe ohne Kopf. Dollen werden anders als Holznägel auch nicht unbedingt durch die Konstruktion durchgebohrt, sondern nur so tief wie für die Verbindung nötig und nach dem Einschlagen mit der Konstruktion bündig abgeschnitten (Abb. 199.1.D; Foto 199.5).

Damit unterscheiden sich Dollen im Verbund von den Holznägeln und geben kein verwirrendes Bild einer Vielzahl beidseitig hervorstehender Holznägel (Foto 199.6).

Abb. 199.1.
Holznagel (A–C) und Dollen (D)

Nein!

Abb. 199.3. Nägel mit abgesetztem Kopf und Ziernägel werden im traditionellen Holzbau der sächsischen Konstruktionen nicht verwendet. Hier hat man sich auf die funktionalen Aspekte beschränkt.

Fotos 199.

2. *Prismatisch zugeschnittener Nagelkopf in einem Turmdach*
4. *Vielfältige Einsatze für Holznägel. Hier: Nagelung eines Dielenboden*
5. *Einsetzen der Dollen in eine Reparaturverbindung (4 Stück)*
6. *Falscher und zu umfangreicher Einsatz von Holznägeln. Hier gehören Dollen hin!*

Abb. 200.1. Keildübel und Rechteckdübel

Abb. 200.2. Maße und Abstände von Rechteckdübeln

Abb. 200.3.
A Einpressdübel
B Einlassdübel

4. Einpressdübel als Zahndübel industrieller Fertigung aus verzinktem Stahlblech

Dübelverbindungen dienen dazu, Zug-, Druck- oder Schubkräfte zwischen zwei verbundenen Hölzern so zu übertragen, dass die bleibenden Verformungen auch bei größeren Kräften möglichst klein bleiben. Dieses Ziel wird durch die Vergrößerung der Kontaktflächen für die Kraftübertragung zwischen den Hölzern erreicht. Ein gute Passgenauigkeit und eine ausreichende Bemessung sind dafür Voraussetzung.
Dübelverbindungen sind den Zimmerleuten schon seit Jahrhunderten bekannt. Heute gibt es eine außerordentlich große Zahl von Dübelformen, teilweise für Systembauweisen entwickelt und durch Patente geschützt. Für die Arbeit an historischen Konstruktionen bieten einige Dübelarten und -formen durchaus große Vorteile im Sinne substanzschonender und kostensparender Reparaturen. Aber auch für neue Konstruktionen können Dübel sinnvoll eingesetzt werden, wenn z. B. Träger mit größeren Querschnitten oder größeren Längen zusammengesetzt werden sollen.
Dies ist aber eine weites Feld im Ingenieursbau, das den Rahmen dieses Buches sprengen würde. Hier sollen nur wenige Dübel besprochen werden, die sich für den einfachen Einbau mit traditionellen Mitteln eignen. Im Zweifel, bei komplexeren Konstruktionen und großen Kräften, müssen Dübelverbindungen von einem Ingenieur statisch berechnet werden.[79]
Man unterscheidet Dübel

- nach dem Material:
  Hartholz (Eiche), Eisen, Edelstahl, Zinkblech ...
- nach der Einbauweise:
  Einlassdübel, Einpressdübel
- nach der Dübelform:
  Stabdübel/Bolzen, Splinte, Rohre, Nägel,
  Scheibendübel, Rechteckdübel, Längsdübel, Metallplatten ...
  Ringdübel, speziell geformte Metall- oder Holzdübel.

Nägeln aus Eisen werden von zünftigen Zimmerleuten nur für bestimmte Zwecke eingesetzt. Sie werden für die Verbindungen von Konstruktionen in der Regel nicht verwendet, nur zum Fixieren von Sparren (Sparrennägel), zum Anschlagen von Bohlen und Brettern und für provisorische Konstruktionen, Gerüste etc.
Für die Standsicherheit werden Nägel aus Eisen wie Dübel (Stabdübel) berechnet und sind wegen der geringen Tragfähigkeit des einzelnen Nagels nur in größerer Anzahl statisch wirksam.

Man unterscheidet (Abb. 201.1):

- Geschmiedete Nägel (A)
- Drahtstifte aus blankem Eisen, mit rundem (B) oder quadratischem (C) Querschnitt und Senk- oder Stauchkopf
- Verzinkte Drahtstifte (D)
- Sonderformen wie Kammnägel, Dachpappstifte, Blechnägel (E)

Wie die Dübel werden Nägel nicht nach Moden, persönlichen Vorlieben oder Verfügbarkeit im Baumarkt ausgewählt, sondern haben bestimmte Einsatzgebiete.

Geschmiedete Nägel
sind die ursprüngliche Form der Nägel aus Eisen. Vor der Industrialisierung standen dem Zimmermann nur handgeschmiedete Nägel zur Verfügung, entsprechend sparsam hat er sie eingesetzt, denn sie sind in der Herstellung teurer als Holznägel gleicher Tragkraft. Geschmiedete Nägel werden auf Auftrag in allen Größen gefertigt. Auch sie sind leicht konisch gearbeitet und lassen sich daher im Gegensatz zu den zylindrischen industriellen Drahtstiften relativ leicht wieder aus dem Holz herausziehen. Zum Schutz gegen Rost behandelt der Schmied die fertigen Werkstücke in heißem Altöl. Dies ist auch ein vorbeugender Schutz für die Verwendung zusammen mit Eichenholz, denn frisches Eichenholz und Eisen vertragen sich nicht. Die Gerbsäure im Holz greift das Eisen an und lässt es rosten. Das wiederum greift das Holz an, stört das chemische Gleichgewicht und führt zu hässlichen langen schwarzen Steifen entlang der Fasern. Insbesondere aus diesem Grund sollen Eisennägel in frischem Eichenholz nicht verwendet werden.

Drahtstifte
Dies gilt umso mehr für die heute gebräuchlichen, im Kilo erhältlichen Drahtstifte, die blank und ungeschützt sind. Einmal in das Eichenholz geschlagen sind sie praktisch nicht mehr lösbar und werden zum Ärgernis jedes Zimmermanns bei späteren Eingriffen. Sie beschädigen Werkzeuge und machen das Holz als Baustoff unbrauchbar. Daher sollen Drahtstifte nur in Fichtenholz verwendet werden.

Für alle wetterbeanspruchten Nagelverbindungen wie z.B. für Außenverschalungen an Wohnhäusern und Gauben oder für die Befestigung von Wandverkleidungen mit Holzschindeln sollen Nägel aus verzinktem oder rostfreiem Stahl verwendet werden. Rostende Nägel hinterlassen unschöne Rostschleier auf dem Holz und verlieren ihre Funktion (Foto 201.2).

Abb. 201.1. Verschiedene Eisennägel

A geschmiedete Nägel verschiedener Größen und Stärken. Allen gemein ist die leicht konische und rechteckige Form.

B Runde Drahtstifte mit Senkkopf. Links zwei typische Sparrennägel.

C Rechteckige Drahtstifte mit Senkkopf.

D verzinkte Drahtstifte, links mit Senkkpf, in der Mitte mit Stauchkopf und rechts als rechteckiger Brettnagel.

E verschiedene Pappstifte mit breitem Kopf.

2

Abb. 201.3. Bolzen und Schlüsselschrauben

Bolzen- und Schraubverbindungen

Foto 202.

1. *Verschiedene Schraubenbolzen:*

A *verzinkte Schlossschraube M10*

B *verzinkter Schraubbolzen M10 mit Sechskantkopf*

C *historischer Schraubbolzen 16 mm ohne metrisches Gewinde mit quadratischem Kopf*

belasteter Bolzen

Holz A

Holz B

Abb. 202.2.

Verteilung des Leibungsdrucks (rote Fläche) im Querschnitt eines Passbolzen oder Stabdübel

Schraub- und Bolzenverbindungen sind aus dem modernen Holzbau nicht mehr wegzudenken. Sie haben mit der industriellen Entwicklung zur Herstellung von Massenware aus Eisen im 19. Jh. auch für den Holzbau enorm an Bedeutung gewonnen.
Zu unterscheiden sind:

1. Holzschrauben
2. Schlüsselschrauben
3. Schraubbolzen
4. Passbolzen
5. Schlossschrauben

Holzschrauben (Abb. 197.1.b) dienen in der Regel zur Verbindung von Brettern und Bohlen, sowie leichten Beschlägen an Konstruktionshölzern. Ihr Gewinde ist so gestaltet, dass es sich je nach Holzart und Schraube mit oder ohne Vorbohrung direkt in das Holz drehen lässt. Sie sind heutzutage fast ausschließlich als Kreuzschlitzschrauben im Handel erhältlich. Zur Reparatur und Ergänzung sollte man aber versuchen, Schrauben gleicher Art wie vorhanden zu verwenden, insbesondere die Form des Schraubenkopfes (Senkkopf, Rundkopf, Linsenkopf) muss auf den individuellen Einsatz abgestimmt sein.

Schlüsselschrauben sind im Prinzip größere und dickere Holzschrauben (Abb. 201.3.D). Ihr Kopf ist mit einem Vier- oder Sechskant versehen, der mit einem Schraubenschlüssel eingedreht werden kann. Schlüsselschrauben müssen vorgebohrt werden. Sie werden für die Befestigung von schwereren Beschlägen wie Zuganker oder Flachstahlverbindern am Holz eingesetzt.

Schraubenbolzen werden in den meisten Fällen in Kombination mit anderen Verbindungsmitteln wie Dübeln, Laschen und Winkel aus Eisen etc. eingesetzt. Während früher Bolzen aus rohem Eisen (St 37, schwarz) vorwiegend mit Vierkant und mit verschiedenen Gewindegängen (nach englischen Maßen) verwendet wurden, sind heute nur noch feuerverzinkte Bolzen mit genormten Sechskantköpfen und -muttern und metrischem Gewinde im Handel erhältlich. Bei der Reparatur ist also Vorsicht geboten, wenn alte Muttern durch neue ersetzt werden sollen. Wenn die Gewinde nicht übereinstimmen, wird das Gewinde des Bolzen zerstört.

Bolzen gibt es in nahezu allen Größen. Sie werden nach dem Gewinde (M für metrisch) und der Länge in mm bezeichnet: M12 x 120; M16 x 240 etc.). In der Praxis werden heute meistens entsprechende Gewindestäbe verwendet und nach Bedarf abgeschnitten. Dies ist aber planerisch wie handwerklich nicht korrekt und kann nur in bestimmten Fällen eingesetzt werden (→Passbolzen).
Bolzen müssen vorgebohrt werden, Üblich ist eine etwas größere Bohrung (um 1 mm) als der Bolzendurchmesser, um den Bolzen ohne Widerstand durch das Loch führen zu können.
Verbunden mit Eisenbeschlägen außen am Holz brauchen Bolzen keine zusätzlichen **Scheiben**, wenn aber Kopf und Mutter direkt am Holz liegen, müssen Scheiben eingesetzt werden, die genügend stark und groß bemessen sein sollen, um ein Einpressen in das Holz zu verhindern (Abb. 201.3.E+F). In Verbindung mit Dübeln in der Holzverbindung sollen die Scheiben dem Dübeldurchmesser entsprechen (Abb. 200.3). Scheiben gibt es in rechteckiger und runder Form.

Passbolzen werden sowohl für Dübelverbindungen als auch ohne weitere Verbindungsmittel eingesetzt (Abb. 186.1–3; 200.2). Es sind die gleichen Bolzen wie die Schraubenbolzen, sie werden aber mit gleichem Durchmesser vorgebohrt, sodass sie eingetrieben werden müssen, passgenau im Holz sitzen und damit den gleichen Zweck erfüllen wie Stabdübel. Im Unterschied zu einfachen Schraubenbolzen und Gewindestäben, die lediglich zur Lagesicherung dienen, wird die Belastung aus der Holzverbindung über den Leibungsdruck direkt auf den Bolzen übertragen (Abb. 202.2). Dadurch wird klar, dass Gewindestäbe diesen Zweck nicht erfüllen können, weil sie eben keine Leibung, sondern nur scharfkantige Gewindegänge haben.

Schlossschrauben haben keinen drehbaren Kopf, sondern, wie geschmiedete Nägel und Nieten, einen gerundeten Kopf, der sich im eingebauten Zustand mit Werkzeugen nicht greifen lässt. Schlossschrauben werden mit dem Kopf auf der Außenseite für Türbeschläge, Schließvorrichtungen eingesetzt, wo ein Abschrauben von außen unmöglich gemacht werden soll.

Sonstige Verbindungsmittel aus Eisen

Eine Reihe weiterer standadisierter Verbindungsmittel aus Metall ist auch im historischen Holzbau üblich.

Als Erstes seien hier die Bauklammern genannt, die heute in vielen Fällen für die Errichtung von neuen Dachstühlen die klassischen Blatt- und Zapfenverbindungen abgelöst haben. Solche Klammern sollen jedoch nur sehr sparsam und für die Reparatur historischer Konstruktionen gar nicht eingesetzt werden. Ein stumpfer Stoß von zwei Hölzern mit Bauklammern ist keine handwerksgerechte Verbindung. Bauklammern sind für lösbare Verbindungen im Gerüstbau entwickelt worden, und sollten auf diesen Einsatz beschränkt werden.
Andere Verbinder wie Bankeisen und Steinschrauben haben ihr ganz spezifisches Einsatzgebiet. Auch sie werden heute leider durch moderne Beschläge ersetzt (Abb. 197.2), die zwar in den Baumärkten angeboten werden, jedoch für andere Zwecke entwickelt worden sind.

Verbindungsmittel aus Eisen, Flach- oder Rundstahl, müssen nach den Erfordernissen des Einzelfalls bemessen und hergestellt werden.

2. *Substanzschonende Notsicherung eines gespaltenen Ankerbalken mit einem Schraubbügel aus Eisen*

a.

b.

c.

d.

Abb. 202.1.

Hilfsmittel und Beschläge aus Eisen im traditionellen Holzbau:

a. Bauklammern

b. Bankeisen

c. Steinschrauben

d. Flacheisenverbinder, Winkel etc.

(Quelle: Das Zimmermannsbuch, 1895)

Außenanlagen
Pflasterungen

Fotos Seite 204.1.+2. Mit Flusssteinen gepflasterte Höfe
3.+4. Öffentliche Gehwege

Die Befestigung von Wegen und Höfen ist in den siebenbürgischen Dörfern seit Jahrhunderten üblich, weil besonders in den nassen Jahreszeiten die lehmigen Böden in den Verkehrszonen und auf den befahrenen Wegen aufweichen, verschlammen und erodieren. Für diesen Zweck sind die Steinsorten und -formate eingesetzt worden, die sich für den Hausbau weniger eignen, also vor allem die kleineren ovalen Flusssteine. Aber auch großformatige flache Flusssteine oder Steine aus Brüchen sind für Stufen und Ränder von gepflasterten Flächen eingesetzt worden. Im Laufe der Zeit sind auch für den Bau von Hofflächen, Wegen, Bürgersteigen und Drainagen bestimmte Konstruktionen und Verlegemuster entwickelt worden, wie sie in manchen Dörfern immer noch vorhanden sind. Insbesondere in Archita/Arkeden ist bis vor wenigen Jahren das komplette Straßennetz gepflastert auf diese traditionelle Weise erhalten gewesen. Erst mit dem Bau einer öffentlichen Wasserversorgung und Kanalisation werden diese gepflasterten Flächen aufgenommen und leider viel zu selten gleichwertig ersetzt. Statt dessen kommen heute oft Betonsteine zum Einsatz, die das Erscheinungsbild der Höfe und Wege vollständig verändern.

Dabei ist es gar nicht so aufwendig, Pflasterungen aus Naturstein zu reparieren oder wieder neu zu verlegen, etwa nach dem Einbau unterirdischer Leitungen. Es müssen nur einige Kriterien eingehalten werden, die im Übrigen auch für die Verlegung von Betonsteinen gelten:

1. Der Oberboden, Humusschichten, Schlamm und Verunreinigungen müssen bis auf einen festen Grund abgetragen werden. Der feste Untergrund sollte je nach späterer Belastung 20-30 cm unter der geplanten fertigen Oberfläche liegen.
2. Dann wird ein Planum aus Füllsand eingebracht und mit einer Latte und Wasserwaage eben abgezogen. Diese Fläche muss bereits das geplante Gefälle erhalten. Der Füllsand muss mit einer Rüttelplatte oder von Hand mit einem Stampfer verdichtet werden. Dieser Vorgang ist entscheidend für die Festigkeit der Oberfläche.
3. In dieses hohlraumfreie und gleichmäßig dichte Sandbett werden dann die Steine verlegt. Sie sollen dicht an dicht hochkant in den Sand gelegt werden. Im Unterschied zu den gleich dicken Betonsteinen müssen die unterschiedlichen Natursteine im Sandbett angelgichen werden, sodass sie an der Oberfläche etwa gleich hoch stehen. Keinesfalls dürfen die Steine mit Zementmörtel oder in einem dünnen Mörtelbett verlegt werden, weil dies zwangsläufig zum Herausbrechen einzelner Steine führen wird, die dann nicht mehr wieder eingefügt werden können. Sehr gut ist dieser Fehler an vielen Stellen der vor wenigen Jahren verlegten Pflasterungen in Schässburg / Sighisoara zu erkennen. Es ist eine halbherzige und falsche Annahme, dass eine Verlegung im Mörtelbett eine höhere Stabilität der Pflasterungen bieten könnte. Denn analog zur der 1. Mauerwerksregel (S.68) gilt auch für den Aufbau von Pflasterungen, dass die Festigkeit der Gesamtkonstruktion von unten nach oben nicht zunehmen darf. Eine harte und spröde Vermörtelung der Steine führt zwangsläufig zum Brechen auf dem weicheren Sandbett. Nur eine Stahlbetonplatte von 20 cm Dicke könnte einen ausreichenden Untergrund für die Verlegung des Oberflächenmaterials in Zementmörtel bieten. Dies wäre jedoch eine unsinnige Konstruktion. Die Flächenversiegelung bringt andere, ungewollte Nachteile mit sich (S. 41, 49), man käme an etwa verlegte Leitungen im Untergrund nicht mehr heran, könnte keine neuen Leitungen verlegen und schließlich wäre so eine Konstruktion auch für die meisten Belastungsfälle vollkommen überzogen und viel zu teuer.

An den Rändern sollen größere Randsteine verlegt werden, um der belasteten Fläche gegenüber weicheren Zonen wie Kiesschütteungen an Hauswänden, naturbelassenen Flächen, Pflanzbeeten etc. die Stabilität zu gewähren. Diese Randsteine werden entlang einer Schnur immer zuerst verlegt, danach die Flächen. Über die Randsteine oder eine Latte werden die Flächen mit einer Latte nivelliert. Auch Drainagen und unterschiedliche Flächenbereiche sollen durch hochkant verlegte größere Randsteine unterschieden werden.

Die Drainagen zur Ableitung des Oberflächenwassers haben eine besondere Bedeutung. Oft sind nur diese gepflastert. An Traufen müssen Plasterungen und Drainrinnen so gestaltet werden, dass das abtropfende Wasser nicht gegen die Sockelzone spritzt, sondern von der Hauswand abgeleitet wird (Abb. 205.5).

Abb. 205.1 Geländeschnitt und Verlegeplan für einen Gehweg mit Drainagerinne

2.–4. Verlegung von Pflasterungen mit Ausschnüren der Flächen und Richtlatte

Abb. 205.5. Richtige Anordnung einer Drainagerinne unter der Traufe. Das Spritzwasser wird von der Fassade weggeführt.

6. Drainagerinne und Geweg

Brunnen

Brunnen spielen in den traditionellen Höfen eine zentrale Rolle als einzige Quelle für Trinkwasser für Mensch und Tier. Mancherorts liegen die Brunnen im öffentlichen Straßenraum, in anderen Ortschaften sind sie in den privaten Höfen angeordnet, je nachdem wie das Grundwasser am besten erschlossen werden kann.
In das Erdreich gegrabene Tiefbrunnen sind in Mitteleuropa seit über 7000 Jahren nachgewiesen. Sie sind innen mit Holzbohlen, Brandkeramik oder Naturstein ausgekleidet worden. Heute findet man in der Regel Brunnen aus Bruchstein mit einem Aufsatz aus Betonringen oder seltener mit einem Holzkasten. Brunnen mit einem Aufsatz aus bearbeitetem Naturstein sind im bäuerlichen Milieu kaum zu finden.
Die heutigen Brunnen sind generell Ziehbrunnen. Am häufigsten sind Brunnen mit einem drehbaren Rundholz, befestigt an zwei senkrechten Pfosten, auf das mit einer Kurbel oder einem Rad ein Seil oder eine Kette aufgewickelt wird. Diese Brunnen sind häufig mit einem Ziegeldächlein oder Schutzhäuschen versehen.
Eine zweite ursprüngliche Form des Ziehbrunnens wird mit einem Schwingbaum betrieben, dessen Gegengewicht die Arbeit des Hochziehens erleichtert. Diese Brunnenform ist weit seltener zu finden, und es wäre eine Untersuchung wert, zu erforschen, welche kulturellen Ursprünge diesen beiden Brunnenformen zugrunde liegen.
Eine dritte Brunnenvariante findet man in Laufbrunnen, die, aus einer Quelle gespeist, in einem Trog aus Holz oder später dann aus Beton münden.
All diese, oft mit feinen Holzkonstruktionen sehr fantasievoll gestalteten kleinen Funktionsbauwerke sind ebenso integraler Bestandteil der dörflichen Architektur, dass auch sie erhalten und gepflegt werden müssen, wenn auch ihre ursprüngliche Funktion der Trinkwasserversorgung allmählich verloren geht.
Wie aber im Abschnitt über die Gründungen der Bauernhäuser bereits beschrieben (S. 26), haben die Brunnen heute mehr denn je auch eine Bedeutung für die Kontrolle des Grundwasserhaushaltes. Daher sollten Brunnen auch weiterhin betrieben werden, auch wenn das Trinkwasser künftig aus dem Wasserhahn der öffentlichen Wasserversorgung kommt.

Fotos Seite 206.
Brunnen sind auf sehr vielfältige, teilweise phantasievolle und handwerklich kunstvolle Weise gestaltet und gesichert.

vom Plumpsklo zur Komposttoilette

Abb. 207.1. Kontamination des Bodens durch Plumpsklo

Als Brauchwasser für Haus und Garten, zur Toilettenspülung, ggf. auch zum Tränken von Tieren kann das Brunnenwasser weiterhin genutzt werden. Jedoch ist für letzteres bereits Vorsicht geboten, und man sollte das Brunnenwasser auf Schadstoffe untersuchen lassen, wenn es weiterhin als Trinkwasser dienen soll, denn in vielen Höfen und Ortsteilen tritt ein Phänomen zutage, dass als Nachteil der herkömmlichen Hofnutzung gewertet werden muss: Es ist die relative Nähe mancher Brunnen zum Plumpsklo, das mitunter nur 20 Meter entfernt liegt. Durch das traditionelle Plumspklo wie auch durch Güllegruben und Misthaufen auf dem Hof sind die Böden in manchen Höfen im Laufe von Jahrzehnten oder Jahrhunderten so sehr kontaminiert, dass das Brunnenwasser auf lange Sicht nicht mehr die Qualität von Trinkwasser hat.
Aus diesem Grunde, aber auch wegen der allgemeinen Hygiene sollten die Plumpsklos aus den Höfen verschwinden und durch andere, hygienischere Toiletten ersetzt werden. Eine sinnvolle Alternative sind Komposttoiletten moderner Bauart, wie etwa die in Schweden entwickelte „Clivius Multrum“ Toilette, die wie ein Plumpsklo ohne Wasser und zu jeder Jahreszeit als Außentoilette genutzt werden kann. Eine solche Toilette, mit einem auf die sächsischen Höfe abgestimmten Klohäuschen ist in Abb. 207.2 dargestellt. Die Komposttoilette unterscheidet sich vom Plumpsklo dadurch, dass die Fäkalien nicht anaerob in Gärung ausfaulen, sondern aerob unter Sauerstoffzufuhr durch Bakterien kompostiert werden. Solche Toiletten stinken nicht, sie müssen nur nach jeder Benutzung mit Spänen oder Häcksel eingestreut und mehrmals jährlich auf ihre Funktion geprüft werden. Einmal im Jahr kann Kompostgut entnommen, nachkompostiert und im Blumengarten ausgebracht werden.

Abb. 207.2. Komposttoilette „Clivius Multrum“

3. *Komposttoilette mit zwei Kabinen am Hang. Links unten im Bild sind die Revisionsklappen erkennbar.*
4. *Toilettensitz (noch ohne Deckel) und Eimer mit Einstreu*
5. *Blick in die Kompostkammer mit Belüftungsrohren (Bauphase)*

Veränderung und Modernisierung

Wohin bitte soll die Reise gehen? Was ist unser Architekturverständnis? Wollen wir eine vermeintlich pflegeleichte Architektur aus industrieller Billigproduktion eines gesichtslosen internationalen Wohncontainer-Einerleis, oder sollen die Siebenbürgischen Dörfer ihren in Europa unverwechselbaren Charakter bewahren können. Hier sind alle gefragt, aktiv Stellung zu beziehen.

Mit den Veränderungen an den Bauernhäusern wird einmal mehr deutlich, wie eng eine Architekturform an die Nutzungs-, Wirtschafts- und Lebensformen ihrer Besitzer und Bewohner gekoppelt ist. Hier liegt der Schlüssel für die Ausprägung einer typischen Bauform in ihrer spezifischen Kulturlandschaft. Im Rückblick repräsentieren die Siedlungen Siebenbürgens, und damit jeder Hof, jedes Haus die geschlossene gesellschaftliche Struktur der Dorfgemeinschaft, inklusive ihrer Gliederung in die einzelnen Siedlungsteile der verschiedenen Volksgruppen. Heute finden wir eine vollkommen andere Struktur der Besitzer und Bewohner: Bäuerliche Betriebe neben den nur selten bewohnten Höfen von „Sommersachsen", zugezogenen Städtern und Ausländern, vereinzelte Höfe für Touristen, und vor allem Romafamilien. Hinzu kommt eine Reihe von Höfen mit unklaren Besitzverhältnissen, staatliche und kirchliche Immobilen wie Schulen und Pfarrhäuser. All diese Gruppen haben unterschiedliche Interessen und Beweggründe, und vor allem unterschiedliche finanzielle Möglichkeiten zur Entwicklung ihrer Immobilie. Ist damit bereits vorprogrammiert, dass das einheitliche Erscheinungsbild des traditionellen Dorfes auseinanderbricht?

Seit jeher versuchen Bauherren und Baumeister, an ihren Häusern die jeweils modernste Bauweise nach dem anerkannten Stand der Technik einzusetzen. Man will ja das Beste für seine Haus, die bestmögliche Bauweise und die besten verfügbaren Materialien, um Wirtschaft und Wohlstand zu mehren. Begrenzt wird dieser Wunsch lediglich durch die verfügbaren finanziellen Mittel für das Vorhaben. Wo diese Mittel ausreichend zur Verfügung stehen, entstanden und entstehen mitunter die erstaunlichsten Bauwerke nach dem Grundsatz: Was technisch möglich ist, wird auch gemacht!

Es gibt jedoch seit dem unangefochtenen Sieg der freien Marktwirtschaft mit industrieller Massenproduktion in Verbindung mit dem nahezu uneingeschränkten Transportwesen weltweit einen entscheidenden Unterschied zu allen früheren Epochen: Während früher immer mit regionalen Materialien auf handwerkliche Weise gebaut wurde, steht heute eine schier unbegrenzte Palette an Materialien aus aller Welt überall zur Verfügung. Geschwindigkeit mit Billigbauweisen ist an die Stelle von dauerhafter Qualität getreten, eindimensionale Berechnungen einzelner Eigenschaften hat das ganzheitliche Wissen komplexer bauphysikalischer Zusammenhänge verdrängt. Eine Gegenüberstellung von Merkmalen traditioneller Bauweisen gegenüber denen moderner Bauweisen mag in diesem Zusammenhang zu denken geben, wie wir uns das Bauen und die gebaute Umwelt in Zukunft vorstellen und wünschen möchten.

Ein Blick in die Vergangenheit zeigt außerdem, dass sich die Bedingungen und die Kriterien für das Bauen im Laufe der Zeit erheblich veränderten, gerade auch in Siebenbürgen. „Den Ersten der Tod, den Zweiten die Not, den Dritten das Brot", dieses Sprichwort bezeichnet die ersten Epochen der Lebensbedingungen für die Siedler. Auf Zeiten der Not, der Pest, der Agrarkrise folgten Zeiten des Wohlstandes. Lange Zeiträume in ständiger Erwartung von Überfällen, fruchtbares Land, reiche Erzeugnisse, eine Siedlungsdichte, die eine nachhaltige Bewirtschaftung erlaubt ... All dies spiegelt sich in der gebauten Struktur der Siedlungen wider: der Wandel vom Holzhaus zum Steinhaus, der Wandel vom stroh- zum ziegelgedeckten Dach, das Schließen der Straßenfronten zuerst mit einfachen ungeschmückten Fassaden, im 18. Jh. mit zunehmendem Wohlstand dann mit Ornamenten und Symbolen.

Mit welcher Identität will und wird sich die Gegenwart nach einem halben Jahrhundert relativen Stillstandes und zwei Jahrzehnten langsamen Zerfalls in die Reihe unterschiedlicher Bauepochen einreihen? Kommt nun eine Zeit bunter Blechdächer, Kunststofffenster, Styroporfassaden? Werden wir mit zunehmender Automobilität Garagen und Carports in die engen nunmehr mit Betonsteinen gepflasterten Höfe stellen? Wird gar Abriss und Neubau mit Thermoblocks in Stahlbeton das Bild der Siedlungen prägen oder das bislang unberührte Land mit Neubauwildwuchs zersiedelt werden? Wie wird sich die Gegenwart als Epoche künftigen Generationen präsentieren? Können diese dann stolz auf ein gelungenes Werk ihrer Mütter und Väter zurückblicken?

Kein Zweifel, eine Modernisierung wird kommen und muss auch den Südosten des Kontinents und damit Siebenbürgen an Lebensstandards eines modernen Europa heranführen. Aber wie sehen diese denn eigentlich aus? Ist alles das erwünscht und sinnvoll, was technisch möglich ist? Wer bestimmt die Werte, die Regeln, die Geschwindigkeit? Wird es möglich sein, mit Einsicht und Respekt einerseits und mit gesetzlichen Regelungen andererseits die anstehende Modernisierung so zu gestalten, dass der einheitliche Charakter des Gesamtbildes erhalten bleibt? Ist dies überhaupt erwünscht? Ist es eine Frage von Bildung einer kleinen und wohlhabenden Minderheit, oder wird ein mehrheitlicher Konsens der Gesellschaft möglich sein? Hier sind insbesondere die staatlichen und kirchlichen Institutionen aufgefordert, Stellung zu beziehen, die schwierigen Fragen zu beantworten, die mit der gegenwärtigen dynamischen Entwicklung zu stellen sind, und dann die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen.

Die beiden Fotos rechts repräsentieren als Gegensatzpaar viele der oben genannten Kriterien in der Gegenüberstellung zwischen traditionellem und modernem Bauen

Gegenüberstellung

Traditionelles Bauen	Modernes Bauen
Handwerkliche Herstellung. Gewinnung und Materialbearbeitung durch menschliche Arbeitskraft, teilweise auch mit tierischer Arbeitskraft und damit	Weitgehend **industrielle Produktion** von Materialien in Fabriken mit hohem Einsatz von Energie. Bautätigkeit mit energiebetriebenem Gerät und damit
Arbeitskraftintensiv	**Investitions- und kapitalintensiv**
Wenige natürliche Materialien aus der Umgebung. Keine oder nur sehr wenige Bauteile werden importiert.	Große Bandbreite und Auswahl von Materialien aus aller Welt, Kunststoffe und Verbundmaterialien.
Inhomogene, „gewachsene" Materialeigenschaften von sehr unterschiedlicher Qualität.	Industriell optimierte und genormte Materialeigenschaften von gleich bleibender Qualität.
Regionale Kreislaufwirtschaft, Wiederverwendung von Materialien	Überregionale Verfügbarkeit von Materialien, linearer Materialfluss
Bestimmung von Konstruktionen und deren Dimensionierung nach Erfahrungswerten und dem handwerklichen Geschick des Baumeisters	Bestimmung von Konstruktionen und deren Dimensionierungen nach Normen und standardisierten Berechnungsverfahren
Enge Bindung an die regionale Kultur und ihre spezifischen Kulturtechniken.	Schnelle Verbreitung Internationaler Stile, Moden und Bautechniken und deren beliebige Wahl nach Katalog
Hohes Maß an kultureller Bildung, Weitergabe von ganzheitlichem Wissen über Generationen	Bildungsverlust / Verlust traditioneller Kulturtechniken / kulturelle Bildung wird ersetzt durch standardisiertes technologisches Fachwissen.
Wartung und Instandhaltung in Eigenleistung weitgehend möglich	Wartung und Instandhaltung nur durch Fachfirmen möglich
Geringer Standard an technischer Infrastruktur und damit	Hoher Bedarf an technologischer Infrastruktur, hoher technischer Komfort und damit
Geringe Instandhaltungs- und Wartungskosten bei Eigenleistung	Hohe Wartungs- und Instandhaltungskosten durch spezialisierte Fachfirmen.
Hohes Maß an Naturverträglichkeit durch Kreislaufwirtschaft, energiesparende Produktion, geringe Transportwege	Wenig umweltschonende Bauweisen durch hohen Energiebedarf, weite Transportwege und hohe Entsorgungskosten

Einbau von Bädern und Küchen

WW- Bereiter
im Keller

Abb. 210.1. Konzept zum zerstörungsarmen Einbau eines Badezimmers in die ehemalige Rauchkammer eines Wohnhauses. Die räumlichen und konstruktiven Gegebenheiten werden berücksichtigt und in das Konzept einbezogen.

Generell muss man akzeptieren, dass es nicht möglich sein wird, aus einem alten Haus ein neues zu machen. Alte Bauernhäuser haben nun mal in der Regel recht kleine Fenster in den Stuben, unebene Wände, manchmal durchhängende Decken oder ein wenig schiefe Fußböden. Es ist eben nicht alles „in Lot und Waage", rechtwinklig, normgerecht und konfrom heutigem Bauordnungsrecht. Diese kleinen individuellen Eigenheiten machen ja gerade den Charme alter Häuser aus, sind Ausdruck des Ungefähren der handwerklichen Fertigung gegenüber der vermeintlichen, immer gleichen Perfektion industrieller Produktion. Alte Häuser mit ihren massiven Wänden aus weich gebrannten Ziegeln und Lehm, den dicken Lehmschüttungen und grob behauenen Hölzern bieten aber gegenüber Neubauten auch bauphysikalische Vorteile für das Raumklima, vor allem wegen ihrer vorzüglichen Speichereigenschaften. Die Speicherfähigkeit vor allem von Lehmbauteilen gleicht die Feuchtigkeit im Raum aus und dämpft Temperaturunterschiede (im Winter warm, im Sommer kühl). Es ist schon eigenartig, dass in Rumänien, wo viele traditionellen Techniken noch lebendig sind, diese als veraltet, minderwertig und für modernen Wohnkomfort als nicht akzeptabel gelten, während in anderen, weiter entwickelten Regionen Europas, in denen alte Handwerkstechniken lange ausgestorben und durch industrielle Fertigprodukte ersetzt worden sind, gerade die Lehmbauweise eine Renaissance erfährt und zu den teuersten und erlesensten Bauweisen zählt, weil die bauphysikalischen Vorteile nun auch wissenschaftlich erwiesen sind.

Inzwischen hat sich gezeigt, dass sich auch in alte Häuser ohne substantielle Eingriffe moderne Badezimmer, Küchen und Heizungen einbauen lassen, dass ein Kompromiss möglich ist zwischen Alt und Neu, zwischen geschichtlicher Überlieferung und geltendem Baurecht, zwischen den architektonischen und konstruktiven Gegebenheiten und einer funktionalen Modernisierung mit behutsamen und angepassten Mitteln.

Die wichtigste Modernisierung alter Bauernhäuser ist der Einbau von Bädern. Dies ist allein wegen der begrenzten räumlichen Möglichkeiten oft problematisch, weil in den Zwei- oder Dreiraumhäusern einfach kein geeigneter Raum für ein neues Bad vorhanden ist. Oft gibt es jedoch im rückwärtigen Teil der traditionellen Küche eine Rauch- oder Speisekammer, die zu einem Bad umgebaut werden kann, ohne substantiellen Eingriff in die Bausubstanz. Dies bleibt das entscheidende Kriterium für jede Modernisierung, das bei sorgfältiger Planung auch in den meisten Fällen verwirklicht werden kann (Abb. 210.1).

Der zweite Grundsatz ist, mit den Anforderungen an die geplante neue Nutzung kreativ umzugehen. Dies bedeutet nicht, die volle Palette der im Baumarkt angebotenen industriellen Produkte einzusetzen, sondern vielmehr, sich von konventionellen und vorgekauten Vorstellungen zu lösen und sich ohne Rücksicht auf Moden und fremde Suggestionen auf die eigentliche Aufgabenstellung und die technischen Rahmenbedingungen der speziellen Situation zu konzentrieren. Mit einfachen herkömmlichen Mitteln, den einfachsten zeitlosen Fliesen und solidem Handwerk lassen sich schöne funktionale und zeitlose Lösungen erzielen.

Die gleichen Grundsätze gelten auch für den Einbau von Küchen, wobei hier meistens die räumlichen Möglichkeiten weniger begrenzt sind, weil sich die Funktion der Küche in der modernen Gesellschaft auch verändert hat. Sie verliert ihre Bedeutung als reiner Herdraum, in dem die Feuerstelle den größten Platz einnimmt und wird immer mehr zur Wohnküche mit sehr vielfältigen Funktionen. Die technischen Komponenten wie Feuerstelle und Spüle nehmen weniger Platz ein als in früheren Küchen.

Gleichwohl lassen sich gerade auch moderne Einbauküchen sehr schön und dem alten Gebäude angemessen aus Vollholz mit traditionellen Schreinertechniken wie Gratleisten, Schwalbenschwanz und Zinken herstellen.

Eine kurze Stellungnahme verdient die Forderung nach Hygiene und Sauberkeit, mit der immer häufiger das Wort für glatte Kunststoffoberflächen gerade in Küchen aber auch für Fußböden geredet wird. Selbst EU-Richtlinien und viele Regierungen fordern, die gewerbliche Verarbeitung von Lebensmitteln auf Kunststoffoberflächen und nicht auf Holz vorzunehmen. Aber bereits in den 90er Jahren haben Studien zu diesem Thema[80] gezeigt, dass die tatsächlichen Hygieneverhältnisse genau anders herum zu bewerten und insbesondere unbehandelte Holzoberflächen gerade wegen ihrer Porosität sehr viel hygienischer sind. Untersucht wurden 8 verschiedene Holzarten gegenüber 5 Kunststoffen mit jeweils ähnlichen Ergebnissen: Auf Holzoberflächen sind Mikroben (Kolibakterien, Listerien und Salmonellen) nach kurzer Zeit nicht mehr nachweisbar, während die Kolonien auf Kunststoffoberflächen beständig bleiben, sich sogar vermehren und mit einfachen Haushaltsreinigern nicht entfernt werden können.[81]

Noch ein Wort zur Abwasserbehandlung, die ja mit dem Einbau von Bädern und Küchen, mit der Installation von Leitungswasser automatisch berücksichtigt werden muss. Bis in unsere Tage hat für einen Vier-Personen-Haushalt eine örtliche Dreikammer-Ausfaulgrube mit einem Fassungsvermögen von 6 m³ ausgereicht. Jedoch erfüllt kaum eine der üblichen „Septic Tanks" die baulichen und technischen Anforderungen an eine solche normgerechte Grube. In der Regel sind diese Gruben aus einfachen Betonringen de facto nichts anderes als Sickerschächte für das Abwasser und kontaminieren wie die Plumpsklos (S. 207) die Böden, sogar in weit stärkerem Maße.

Weil aber die europäischen Richtlinien für die Abwasserbehandlung ein Ende der Dreikammergruben mit Untergrundversickerung vorschreiben und weil die rumänischen Dörfer künftig eine zentrale Kanalisation mit Abwasserklärung erhalten werden, soll hier auf den Einbau normgerechter dezentraler Gruben nicht weiter eingegangen werden.

Einbau einer Zentralheizung

Eine weitere technische Modernisierung ist der Einbau einer Zentralheizung. Dies wird insbesondere dann notwendig, wenn weitere Räume der Hofanlage wie Ställe oder Dachräume zu Wohnzwecken ausgebaut werden sollen. In den alten Stuben und der Küche können und sollen die alten Einzelöfen zwar erhalten bleiben, aber für eine gleichmäßige Grundwärme und eben zusätzliche Räume kann eine zentrale Beheizung durchaus sinnvoll und manchmal unverzichtbar sein.
Die erste Frage, die geklärt werden muss, ist die nach dem möglichen Heizmedium: Ist Gas im Dorf vorhanden? Soll die neue Heizung mit Holz betrieben werden? Die zweite Frage ist die geeignete Lage im Haus, bzw. der mögliche Anschluss an einen Schornstein. Bei Beheizung mit Gas müssen bestimmte Expolsionsöffnungen vorhanden sein, zur Beheizung mit Holz ist vor allem für eine gute Zugänglichkeit des Heizraumes zu sorgen. Sodann muss die Bemessung des Wärmebedarfs und damit der Leistung des Heizkessels vorgenommen werden. All diese Überlegungen erfordern eine gute und gründliche Planung im Vorwege, die von einem erfahrenen Heizungsingenieur vorgenommen werden sollte. Grundsätzlich sollten folgende Kriterien beachtet werden:
Eine neue Heizung sollte aus energetischen und ökonomischen Gründen auf der Basis der Brennwerttechnologie geplant werden. Dies sichert einen hohen Wirkungsgrad und ist eine solide und bewährte Technologie, die mittlerweile alle namhaften Heizungshersteller bedienen.
Infolge der geringen Abgastemperatur von Brennwertkesseln wird in der Regel ein neuer Schornstein bzw. das Einziehen eines Edelstahlrohres in den vorhandenen Schornstein notwendig.
Insbesondere bei Holzbefeuerung sollte für eine gleichmäßige Wärmeversorgung ein ausreichender Pufferspeicher vorgesehen werden. Auch die Versorgung mit Warmwasser kann in diesem Zusammenhang geplant werden.
Eine wichtige Rolle spielt dann die Wärmeverteilung in den Räumen. Dies kann auf herkömmliche Weise mit Rohrleitungen und Plattenheizkörpern gemacht werden, wobei eine relativ hohe Vorlauftemperatur von etwa 50° vorgehalten werden muss. In jedem Fall müssen auch die Rohrleitungen und die Lage der Heizkörper sorgfältig geplant werden, um einen möglichst zerstörungsarmen Einbau mit wenigen Wand-und Deckendurchbrüchen zu gewährleisten.
Viel eleganter und unscheinbarer ist die Sockelheizung, bei der nur im Sockelbereich eine Heizrohrleitung verlegt wird. Die Wärme streicht an der Wand hoch und wird von dieser abgestrahlt. Die Forschung hat gezeigt, dass Strahlungswärme etwa von Kachelöfen oder von beheizten Flächen als angenehmer empfunden wird und für das Raumklima günstiger ist, als Konvektionswärme z.B. von Radiatoren , die nur die Luft erwärmt.
In der Erforschung zeitgemäßer und kostengünstiger Heizungen hat sich die sog. Hüllflächentemperierung als sehr effizient erwiesen. Diese geht davon aus, dass die Innenflächen der Außenwände auf knapp über 21° beheizt werden und damit eine sehr angenehme Strahlungswärme erzeugen. Für solche Wandheizungen wird nur eine geringe Vorlauftemperatur von etwa 30° gebraucht, sie setzt aber auch eine gute Dämmung bzw. dicke Wände voraus. Außerdem muss für den Einbau einer solchen Heizung der Putz in weiten Bereichen abgeschlagen und nach dem Einbau der Heizrohre erneuert werden. In diesem Zusammenhang kann dann auch eine nachträgliche Innendämmung vorgesehen werden (Foto 212.2).

Ausbau von Dachgeschossen

Fotos Seite 211.

1. *Fliesen auf „krummen" Wänden*
1.–7. *Zeitgemäße Bäder und Küchen in alten Häusern*

Fotos Seite 212.

1. *Heizschlangen im Sockelbereich. Sie dienen der Temperierung der Sockelzone und verhindern Kondensation und Schimmelbildung.*
2. *Wandheizung am Giebel eines Dachausbaus zur Hüllflächentemperierung*

Fotos Seite 213.

1. *Treppenpodest und Flur im Dach eines ehemaligen Stallgebäudes.*
2. *Immer steht der Versuch im Vordergrund, Räume, auch enge räumliche Situationen im Dach großzügig und klar zu gestalten.*

Der Ausbau von Dachräumen zu Wohnzwecken ist bereits in den Kapiteln über Dächer und Treppen angesprochen worden. In diesem Abschnitt möchte ich noch ein paar zusätzliche Anregungen geben, die für die Entscheidung zum Dachausbau und seine Gestaltung hilfreich sein können.
Zuerst muss man bedenken, dass mit der neuen Nutzung auch neue Belastungen und eine Veränderung des bauphysikalischen Gleichgewichtes einher gehen. Reichen die Deckenbalken aus, oder muss die Tragfähigkeit der Decke verstärkt werden? Dies Frage ist besonders für die Dachräume von Wohnhäusern zu stellen, die außerdem ja in der Regel eine eigene Ebene der Ankerbalken oberhalb der Deckenebene haben. Besonders hier sind konstruktive Schwierigkeiten zu erwarten. Hinzu kommen die sehr beschränkten Möglichkeit von Dachöffnungen zur Belichtung und für Treppenräume zur Erschließung. All diese problematischen Kriterien führen dazu, den Dachraum der Wohnhäuser möglichst nicht zur Erweiterung der Wohnfläche heranzuziehen, sondern sich hier eher auf die Neben und Stallgebäude zu konzentrieren. Hier sind mit einem Sparrendach und einer soliden Balkenlage bessere Möglichkeiten gegeben. Auch ein Neubau der Dachkonstruktion ist hier eher möglich, weil damit in den meisten Fällen keine historisch wertvollen Konstruktionen verloren gehen.
In diesem Sinne ist auch zu beachten, dass ein Dachausbau nicht nur für die Balkenlage, sondern auch für die Sparren und Kehlbalken höhere Belastungen mit sich bringt. Einerseits müssen die zusätzlichen Lasten von Dämmung, Unterdach und innerer Beplankung berücksichtigt werden, gleichzeitig muss die Durchbiegung dieser Konstruktionselemente deutlich begrenzt sein, um spätere Rissbildungen, Verformungen und Schäden am ausgebauten Dach zu vermeiden. Die alten Dächer mit durchweg sehr dünnen Sparren und einer beweglichen Schuppendeckung können recht große Verformungen schadlos mitgehen, bei einem Dachausbau kann dies nicht mehr hingenommen werden, und die Sparren müssen verstärkt oder ausgetauscht werden.
Auch die Traufausbildung muss beim Dachausbau sorgfältig geplant und mit einem Unterdach oder einer Unterspannbahn muss eine zweite wasserführende Ebene vorgesehen werden (→Dach S. 97).
Auch die Wahl der Materialien und Techniken zum Ausbau sollte man sorgfältig vornehmen. So sollten möglichst natürliche Materialien mit gutem Diffusions- und Speichervermögen gewählt werden, um die bauphysikalischen Bedingungen der alten Konstruktion zu berücksichtigen: Holzdielen anstatt Kunststofflaminate, wo möglich Kalk- und Lehmputze anstatt Gipskartonplatten, Holzfenster anstatt Kunststofffenster, Fliesen nur in spritzwassergefährdeten Bereichen ...

Nachträgliche Wärmedämmung

Eine besondere Betrachtung verdient die Wärmedämmung, die im Zuge einer Energiesparhysterie eine immer größere Bedeutung erfährt und in immer größeren Schichtdicken eingebaut wird. Kein Zweifel, eine gute Wärmedämmung ist Voraussetzung für ein angenehmes und gesundes Raumklima. Aber neben dem U-Wert, der Wärmedurchgangszahl, sind eben noch andere Eigenschaften wichtig, die in dem gesamten komplexen bauphysikalischen Gefüge zusammenspielen: Die Masse, die Rohdichte des Materials und insbesondere auch die Speicher- und Wasseraufnahmefähigkeiten. Als Dämmung zwischen den Sparren, wie sie für Dachaufbauten üblich ist, eigenen sich leider in der Regel keine massereichen Baustoffe, weil diese eben sehr schwer sind. Hier kommen leichte Filze zum Einsatz, aber auch hier gibt es beträchtliche Unterschiede. Während gewachsene Dämmstoffe mit einer Zellstruktur wie Wolle, Zellulosefasern, Hanf und Baumwolle Wasserdampf relativ gut speichern können, haben mineralische Dämmfilze wie Glas- und Steinwolle so gut wie kein Speichervermögen. Feuchte warme Luft, die vom Innenraum her in die Dämmebene dringt, wird unter dem Taupunkt sofort als Wasser ausfallen und in die Konstruktion dringen (→Feuchteschäden S. 35). Feuchteschäden dieser Art sind sehr häufig, weil in der Praxis die erforderliche diffusionsdichte Dampfsperrfolie (mit einem sd–Wert >1000 m) nicht allseitig und an den Stößen vollkommen winddicht abgeklebt werden konnte. Selbst eine nachträgliche Verletzung der Sperrfolie etwa beim Einfräsen von Steckdosen kann für Folgeschäden verantwortlich sein. Es sind viele Schadensfälle bekannt, in denen ein Jahrhunderte altes Dach in wenigen Jahren nach dem Einbau einer fehlerhaften Wärmedämmung durch Tauwasser vollkommen zerstört wurde.
Deutlich weniger dramatisch ist dies bei natürlichen Dämmstoffen mit höherer Ausgleichsfeuchte und gutem Speichervermögen. Diese benötigen nur eine relativ diffusionsoffene Dampfbremse (sd = 2–3 m), die aber ebenfalls als Winddichtung abgeklebt werden muss. Heute sind sog. intelligente Dampfbremspapiere auf dem Markt, die die jeweiligen Diffusionswege im Sommer und Winter unterschiedlich steuern.
Nach meiner Einschätzung lohnen sich die höheren Investitionskosten für ein hochwertiges Dämmsystem aufgrund der deutlich besseren bauphysikalischen und raumklimatischen Verhältnisse.
All diese Überlegungen machen deutlich, dass – wie Instandsetzungen und Reparaturen – auch Modernisierungen nicht nur aus architektonischer Sicht, sondern auch aus bauphysikalischen Gründen dem Altbestand angepasst geplant und durchgeführt werden müssen. Sie sollen nach Außen zurückhaltend sein und nach Innen Komfort und gesundes Wohnklima sicherstellen.

Anhänge

Textverweise

1. Ehmig, das deutsche Haus Bd.2, S. 96
2. Ders., S. 120
3. Phleps, Roth, Capesius
4. Capesius, S. 28
5. Phleps, Über die Urformen ..., S. 268
6. Roth, Zur Geschichte des sächsischen Bauernhauses, S 256
7. Capesius, S. 40
8. Niedermaier, Geschichte der Deutschen ..., S. 155
9. Das Bauernhaus im Deutschen Reiche, S. 374
10. Phleps, Über die Urformen ..., S. 272
11. Capesius, S. 28
12. Hermann Fabini, Gotik in Hermannstadt,
13. Roth, S. 260
14. Roth, S. 258
15. Capesius, S 49
16. Schuster, Zur Fassadengestaltung des sächsischen Bauernhauses in Siebenbürgen
17. Wagner, Michael; Das Leben auf dem Dorfe, S.25f
18. Capesius, S. 43ff
19. Roth, S. 258
20. Lemnitz, Pro Denkmal; Umsetzung eines für mittelalterliche Kirchenburgen modellhaften Konservierungs- und Restaurierungskonzeptes am Beispiel der umweltgeschädigten Kirchenburg Axente Sever/Frauendorf, Bestandsaufnahme 2006
21. Minke, S. 11
22. Der Abschnitt über Nachteile und Vorteile des Baustoffes Lehm basiert strukturell und inhaltlich weitgehend auf: Minke, Lehmbau- Handbuch, Abschnitt 1.3, S. 17-19
23. vergl.: Geschichte und Grundlagen der Ziegelherstellung, in: Arbeitsblätter BHD Fulda, Themenber. 2.2
24. vergl.: Stein, Gerwin;Beratungsstelle für Handwerk und Denkmalpflege; traditionelles Brennen und Löschen von Kalk, Themenbereich 1.1
25. Darstellung nach: Dettmering, Putze, S. 118
26. Das Nasslöschverfahren ist in vielen Quellen beschrieben worden, u.a. in den Arbeitsblättern der BHD, Themenbereich 1.1.
   Es ist auch in zahlreichen eigenen Bauvorhaben eingesetzt, z. B. vom MET in Viscri, Roades, Malancrav; Lemnitz, Kirchenburg Frauendorf
27. Dettmering, Putze, S. 116
28. Lemnitz, Dokumentation zur Kirchenburg Frauendorf und Mardisch
29. Dettmering, Putze, S. 118
30. Niedermaier, Städte, Dörfer, Baudenkmäler, S. 202
31. vergl.: Warth, Die Konstruktionen aus Stein, S. 173
32. Künzel, Bauphysik ..., S. 11
33. Diagramm nachgezeichnet nach: Künzel, Bauphysik, S. 12
34. ebenso, S. 13
35. Diagramm vereinfacht nachgezeichnet nach: Minke, Lehmbau-Handbuch, S. 53
36. vergl.: Hölzen, Abdichtung von Gebäuden, S. 26ff
37. vergl.: Künzel, Bauphysik, S. 59ff
38. Diagramm nachgezeichnet nach: Künzel, Bauphysik, S. 59
39. Dettmering, Putze S. 27; Goris, Bautabellen; Künzel, Bauphysik; Minke, Lehmbau-Handbuch
40. vergl.: Rau, Braune, Der Altbau S. 98
41. Hölzen, Abdichtung, S. 43
42. Diagramm nachgezeichnet nach: Künzel, Bauphysik, S. 42
43. Künzel, Bauphysik, S. 30ff
44. Phleps, Über die Urformen, S. 265. Hierzu hat Phleps auch eine Zeichnung angefertigt, die sich mit einem Maueranker nach Foto 44.5 deckt.
45. vergl.: Rau-Braune, Der Altbau S. 117
46. vergl.: Gaul, Handwerkliche Instandsetzung freistehender Natursteinmauern
47. vergl.: Warth, Die Konstruktionen in Stein, S. 39
48. Gaul. Handwerkliche Instandsetzung freistehender Natursteinmauern
49. ebenso
50. vergl.: Warth, Die Konstruktionen in Stein, S. 174
51. vergl.: Dettmering, Putze, S. 59ff
52. Dettmering, Putze S. 28
53. Die folgenden Abschnitte zur Putztechnologie sind in weiten Teilen übernommen von Dr. Norbert Höpfer, Kalkputzregeln S. 1–8; www.hoepfer.net; Zugriff 7/2011
54. nach: Höpfer, S. 3
55. nach: Höpfer, S. 4
56. vergl.: Stein, Gerwin; Kalk-Bindemittel für Farben und Mörtel, Teil 2 Kalkfarbenanstriche, in: Arbeitsblätter BHD, Themenber. 1.1,
57. vergl.: Maier, Josef; Historische Kalkfarben, in: Der Maler und Lackierermeister 7/2006, S.22ff
58. Ders., S. 25
59. Streng genommen ist dies kein Pfettendach, sondern eine Mischform aus Pfetten und Sparrendach mit einfachem stehendem Stuhl. Da diese Dachform jedoch vermutlich aus einem Pfettendach entwickelt wurde, ist hier zur besseren Unterscheidung der Begriff Pfettendach beibehalten.
60. In Anlehnung an die Fachregeln für Deckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks.
61. Fachregeln für Deckungen mit Dachziegeln, S. 81–88;91
62. Salzer, S. 295
63. Huckfeld, Holzfenster, S. 131ff
64. Isobaren nachgezeichnet in Anlehnung an: Huckfeld, Holzfenster, S. 137
65. Huckfeld, Holzfenster, S. 269
66. Holste, Urban, Wilken, Erhaltung der Kastenfenster, Kurzbericht S. 6
67. siehe Literaturangabe Holste, Urban, Wilken, Erhaltung der Kastenfenster
68. desgl. S. 4
69. desgl. S. 7
70. vergl.: Huckfeld, Hozfenster, S. 123ff
71. vergl. auch: Gärtner, Instandsetzung historischer Fenster, In: Arbeitsblätter BHD Fulda, Themenber. 8.1
72. Roth, S. 243
73. Fabini, Gotik in Hermannstadt, S. 86
74. nach: Informationsdienst Holz, 1978; Holztreppen
75. vergl. auch: Scherb, Stilgeschichtliche Entwicklung der Türen; in: Arbeitsblätter BHD Fulda, Themenber. 8.1
76. Die Charta von Venedig von 1964 gilt bis heute als international verbindliche Vereinbarung für die Konservierung und Restaurierung von Kulturgut.
77. vergl. auch: Binding, Fachterminologie für den Historischen Holzbau
78. vergl. auch: Gerner, Reparaturverbindungen für Holzkonstruktionen; in: Arbeitsblätter BHD Fulda, Themenber. 9.1
79. vergl. auch: Lakus-Schröder; Hölzerne Brücken, S. 75ff
80. Insbesondere von Prof. Dean Cliver von der Universität Wisconsin, USA
81. Architekt und Baubiologe Ulrich Krumwiede, Ingolstadt

Bild- und Literaturnachweis

Die **Fotografien** in diesem Werk sind erstellt vom Verfasser und von

	Fotos Seite:
Sebastian Bethge	6.2, 131.3-6, 132.1+7, 134.9, 155.1
William Blacker	84.4, 129.1
Mihai Blotor	112.2, 118.3
Letitia Cosnean	68.2, 72.4, 74.4, 135.1
Robert Farczadi	3.2, 45.5, 44.5
Gabriel Lambescu	51.7+8, 54.6, 61.2, 63.1, 67.1, 74.1
Henriette Lemnitz	17.1, 21.3+4, 24.1+3, 25.1-4, 66.1+2+4+5, 67.4
Alexandru Neagru	63.5, 170.6, 175.5+6
Heinz Riepshoff	10.3, 48.10, 156.2 162.2, 166.2
Marianne Suhr	148.3
Fachschule Bautechnik München	3.1, 48.8, 54.4, 65.6+7, 67.3, 83.4, 168.2

Alle **handgezeichneten Abbildungen** und Skizzen sind angefertigt vom Verfasser, mit Ausnahme der Zeichnungen:

Abb. Nr.	Gegenstand der Abb.	Quelle
Titelzeichnung	Metis/Martinsdorf aus der Luft	nachgezeichnet nach einer Fotografie von Georg Gerster, Siebenbürgen im Flug S. 38
Abb. 4.1	Dorfanlage	Phleps, in: Wagner, Geschichte der Siebenbürger Sachsen
Abb. 4.2	Rekonstruktion des Dorfes Großschenk /Seica Mare	Phleps, in: Siebenbürgen und seine Wehrbauten, S. 105
Abb. 4.3	Anwesen eines Ölmüllers	Astra- Museum Katalog S. 99
Abb. 5.2	Schnitt durch das Haus eines Weinbauers	Astra- Museum Katalog S. 92
Abb. 20.2	Tonschneider oder Tonmühle	Bender, Willi; Karl Friedrich Schinkel und sein Einfluß auf die Technologie der Backstein- und Bauterrakottenherstellung; in: Restaurator im Handwerk 2/2010, S. 7
Abb. 89.1–3		
Abb. 90.1–6	Eingebundene Kehlen aus Biberschwanzziegeln	Fachregeln für Dachdeckungen
Abb. 149.2	Steigungsverhältnisse für Treppen	Holztreppen, Informationsdienst Holz, S. 6
Abb. 171.3	Das Werkzeug des Zimmermanns	Technologia Consolidarii, Restaurarii si Protectiei Structurilor de Lemn ... S. 73
Abb. 173.3	Holzlager	Glinski, Grundstufe Holztechnik S. 24
Abb. 197.1.	Historische Verbindungsmittel aus Eisen	Krauth, Das Zimmermannsbuch S. 79
Abb. 202.1.	Hilfsmittel und Beschläge aus Eisen	Krauth, Das Zimmermannsbuch S. 81
Abb. 179–193	Die Isometrischen Zeichnungen der Reparaturverbindungen im Abschnitt Reparatur Historischer Holzkonstruktionen sind gefertigt vom Verfasser in Anlehnung an die Gestaltung der	Arbeitsblätter der Beratungsstelle für Handwerk und Denkmalpflege in der Probstei Johannesberg, Zimmermannsarbeiten, Themenbereich 9.1,

Verwendete und weiterführende Literatur,
gegliedert nach den Abschnitten:

Hausforschung, Geschichte, Grundsatzfragen zur Kulturpflege

Roth, Victor; Zur Geschichte des sächsischen Bauernhauses in Siebenbürgen, in: AVSL, Bd 42, 1924

Phleps, Hermann; Über die Urformen des siebenbürgisch-sächsischen Bauernhauses, in: Denkmalpflege, Heft 13, 1923

Phleps, Hermann; Die bäuerliche Wehrbaukunst der Siebenbürger Sachsen, in: Zillich, Heinrich; Siebenbürgen und seine Wehrbauten; Karl Robert Langwiesche Verlag, Königstein im Taunus; 1941

Salzer, Johann Michael; Birthälm in Siebenbürgen, ein Beitrag zur Geschichte der Siebenbürger Sachsen; Verlag Karl Graeser, Wien 1881

Capesius, Roswith; Das Siebenbürgisch-Sächsische Bauernhaus – Wohnkultur; Kriterion Verlag Bukarest 1977

Wagner, Ernst; Geschichte der Siebenbürger Sachsen. Ein Überblick; Edition Wort und Welt München 1998

Wagner, Michael; Das Leben auf dem Dorfe; Aufzeichnungen eines siebenbürgisch-sächsischen Bauern, hora Verlag Hermannstadt 2003

Niedermaier, Paul; Städte, Dörfer, Baudenkmäler, Studien zur Siedlungs- und Baugeschichte Siebenbürgens; Böhlau Verlag Köln Weimar Wien, 2008

Ehmig, Paul; Das Deutsche Haus, Erster Band, Zweites Buch, Bauernhaus und städtischer Wohnbau; Verlag Ernst Wasmuth, Berlin 1916

Das Bauernhaus im Deutschen Reiche und seinen Grenzgebieten; Verband Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine im Verlag Gerhard Küthmann, Dresden 1905/1906

Thiede, Klaus; Deutsche Bauernhäuser; Karl Robert Langwiesche Verlag, Königstein im Taunus 1955

Astra Museum; Katalog Tausendjährige Rumänische Zivilisation im „Astra" Museum Sibiu; Sibiu 1995

Fabini, Hermann; Gotik in Hermannstadt; Siebenbürgisches Archiv 23; Böhlau Verlag Köln Wien 1989

Schuster, Gerhard; Giebel und Tore: Zur Fassadengestaltung des sächsischen Bauernhauses in Siebenbürgen; in: Revista Monumentelor Istorice N1. 1/1992, S. 77ff

Wilkie, Kim; The Saxon Villages of Transsylvania, Romania; Mihai Eminescu Trust, London 2001

Baukonstruktion / Denkmalpflege

Arbeitsblätter der Beratungsstelle für Handwerk und Denkmalpflege (Arbeitsblätter BHD), Propstei Johannesberg, Fulda 1994–2009

Rau-Braune; Der Altbau, Renovieren-Restaurieren-Modernisieren; Verlagsanstalt Alexander Koch, Leinfelden- Echterdingen 1985, 6. Aufl. 2000

Kraft, Julius H.W.; Was wie machen? Instandsetzen und Erhalten alter Bausubstanz; Interessengemeinschaft Bauernhaus e.V. (IGB), Bremen 1992

Mauerwerk und Putz

Warth, Otto; Die Konstruktionen in Stein; Karlsruhe 1903; Verlag Th. Schäfer, Hannover 1999

Behse, Dr. W.H.; Der Maurer, Leipzig 1902; Verlag Th. Schäfer, Hannover, 1996

Minke, Gernot; Lehmbau- Handbuch; 1. Aufl. Staufen bei Freiburg; Ökobuch Verlag, 1994

Gaul, Bernhard; Handwerkliche Instandsetzung freistehender Natursteinmauern, in: Arbeitsblätter BHD 2007, Themenbereich 5

Schild, Erich; Konstruktionsempfehlungen zur Altbaumodernisierung; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin, 1980

Dettmering, Tanja; Kollmann, Helmut; Putze in Bausanierung und Denkmalpflege; 1. Aufl. Verlag Bauwesen, Berlin 2001

Künzel, Helmut; Bauphysik und Denkmalpflege, 2. Aufl., Fraunhofer IRB Verlag, 2009

Hölzen, Franz-Josef; Weber, Helmut; Abdichtung von Gebäuden, Leitfaden für Neubau und Bestand; Fraunhofer IRB Verlag, 2010

Goris, Alfons; Bautabellen für Architekten; 18. Aufl. Werner Verlag, 2008

Eiden, M; Trockengelöschte Kalkmörtel in der Restaurierung; W. Kenter , 2004; http://www.limeplaster.net/wissen/technologie/eiden2.pdf

Höpfer, Dr. Norbert, Dipl Mineraloge; Kalkputzregeln; In: www.hoepfer.net April 2011

Maier, Josef, Scharfer Brand und richtig gelöscht, Historischer Kalkputz und Kalkfarben, in: Der Maler und Lackierermeister 7/2006, S. 22ff

Holzbau, Dächer, Fenster, Treppen und Türen

Krauth, Theodor; Das Zimmermannsbuch, Karlsruhe 1895; Verlag Theodor Schäfer, Hannover, 2000

Opderbecke, Adolf; Das Holzbaubuch, Wien und Leipzig 1909; Verlag Theodor Schäfer, Hannover

Auner, Niels; Bucsa,Bucsa,Ciocsan; Technologia Consolidarii, Restaurarii si Protectiei Impotriva Biodegradarrii Structurilor de Lemn din Monumentele Istorice; Editura Alma Mater, Sibiu 2005

Glinski, Hansen, Heidersieck, Koblitz, Parey, Rolfes; Grundstufe Holztechnik, ein Lehrbuch für holzverarbeitende Berufe, 3. Aufl. Verlag Handwerk und Technik , 1986

Laskus, Schröder; Hölzerne Brücken, Leitfaden für Entwurf und Berechnung von Brücken und ähnlichen Bauten aus Holz, Verlag Wilhelm Ernst, Berlin 1955

Binding, Günther; Fachterminologie für den historischen Holzbau; Kunsthistorisches Institut der Uni Köln, Köln 1990

Gerner, Manfred; Reparaturverbindungen für Holzkonstruktionen, in: Arbeitsblätter BHD, Themenber. 9.1

Noldt, Uwe; Michels, Hubertus; Holzschädlinge im Fokus — Alternative Maßnahmen zur Erhaltung historischer Gebäude; Beiträge der Internationalen Tagung im LWL- Freilichtmuseum Detmold, Merkur Verlag 2007

Sutter, Hans Peter; Holzschädlinge an Kulturgütern erkennen und bekämpfen; Verlag Paul Haupt, Bern 1997

Huckfeldt, Tobias; Wenk, Hans-Joachim; Holzfenster, Konstruktion, Schäden, Sanierung, Wartung; Verlag Rudolf Müller, Köln 2009

Fachregeln für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen; Fachregeln für Metallarbeiten im Dachdeckerhandwerk; Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks; Verlag Rudolf Müller 2003

Holste, Urban, Wilken; Erhaltung der Kastenfenster durch gezielte Verbesserungsmaßnahmen; Prüfinstitut Türentechnik und Einbruchsicherheit, Rosenheim 1996

Seifert, Peter; Holztreppen; Entwicklungsgemeinschaft Holzbau / Informationsdienst Holz e.V., Düsseldorf 1978

Scherb, Rainer; Stilgeschichtliche Entwicklung der Türen, in: Arbeitsblätter BHD 2007, Themenber. 8.1

Der Autor – Architekt in der Denkmalpflege

Jan Hülsemann, Jahrgang 1951, hat an der Hochschule für Bildende Künste in Hamburg Architektur studiert, parallel dazu eine Planer- Handwerkerkooperative mit begründet, um in der Tradition der Baumeister Planung und Handwerk zusammenzuführen.

Mit seinen Aktivitäten und seiner Diplomarbeit zum Wiederaufbau einer abgebrannten Kirche in Hamburg hat er bereits frühzeitig den Grundstein gelegt zu einem Berufsweg zwischen traditionellem Handwerk und Altbausanierung, dem er bis heute in vielen deutschen und internationalen Projekten treu geblieben ist.

Von 1989 bis 93 hat er als Entwicklungshelfer bei der Stone Town Conservation and Development Authority in Zanzibar mitgearbeitet, hier die Abteilung Holzbau geleitet und damit seine Erfahrungen im traditionellen Holzbau sowie mit Aufgaben als Architekt in der Denkmalpflege vertieft. Von 1996 bis 98 hat er mit dem Bau einer naturverträglichen Hotelanlage mit Umweltbildungszentrum in Zanzibar sein Berufsfeld um den Aspekt des konsequent umweltschonenden Bauens bereichert.

Seit 2001 ist er überwiegend in Rumänien tätig, zuerst in dem Kooperationsprojekt der GTZ zur Altstadtsanierung von Sibiu/Hermannstadt, dann für die Fundatia Mihai Eminescu (MET) in einer Vielzahl von Projekten zum Erhalt und zur Revitalisierung der Dörfer Siebenbürgens.

Jan Hülsemann ist weiterhin als Freischaffender Architekt in Siebenbürgen und in Norddeutschland in diversen Projekten tätig.

Der MET – Ein Engagement für Tradition, Kulturerbe und Zukunftsvision

Der Mihai Eminescu Trust / Fundatia Mihai Eminescu (MET) ist eine gemeinnützige Stiftung, die sich für den Erhalt und die Revitalisierung siebenbürgisch-sächsischer Dörfer einsetzt. Gegründet im Jahre 1999 wurde die Stiftung bis 2010 vor allem durch private Spendengelder aus Großbritannien, USA und den Niederlanden finanziert.

Im Zentrum der Stiftungsarbeit steht der Erhalt des reichen kulturellen Erbes der Siebenbürger Sachsen nach ihrer massenhaften Auswanderung seit 1990. Stiftungszweck ist:

- die Konservierung und Restaurierung der historischen Bausubstanz sowie der Schutz des kultivierten wie des natürlichen Landschaftsraumes
- die Wiederbelebung des wirtschaftlichen Lebens in den dörflichen Gemeinschaften
- die Ausbildung von Handwerkern in gegenwärtigen wie historischen Techniken und Berufen

Die Stiftung nahm ihre Tätigkeit 1999 in fünf Dörfern ca. 75 km nördlich von Kronstadt/Braşov auf. Seither ist sie in 25 Ortschaften tätig. In den zehn Jahren bis 2010 konnten über 600 Baumaßnahmen an Häusern, Scheunen, Mauern, Brücken, Straßen, Kirchen und Türmen durchgeführt werden. Die jeweiligen Vorhaben werden mit den örtlichen Bewohnern gemeinsam entwickelt – die aktive Beteiligung der Dorfgemeinschaften ist Vorraussetzung für ein Engagement der Stiftung. „Unser Ziel ist es, für die Dorfbewohner nachhaltige wirtschaftliche Strukturen im Einklang mit der traditionellen Architektur und des Handwerks zu schaffen."

Dem Mihai-Eminescu-Trust wurde 2007 in Anerkennung seiner Verdienste um den Erhalt siebenbürgisch-sächsischer Orte, seiner Leistungen im sozialen Bereich sowie im Denkmalschutz der Preis der Europäischen Union für Kulturerbe/Europa Nostra zuerkannt, gefolgt von einer Reihe weiterer Preise und Anerkennungen.

Der vorliegende Leitfaden zur Altbausanierung ist eine Zusammenfassung der über 10-jährigen Bautätigkeit des MET in Siebenbürgen, ergänzt um fundierte Erfahrungen im traditionellen Handwerk und im naturverträglichen Bauen, sowie durch aktuelle Forschungsergebnisse und Erkenntnissen in der Denkmalpflege.

Beim MET- Büro in Sighisoara/Schässburg können weitere Informationen zu Restaurierungsthemen sowie zu geeigneten Architekten und Handwerksbetrieben nachgefragt werden.

Siebenbürgen ist eine einzigartige Kulturlandschaft, die in über 800 Jahren gewachsen ist und sich ihren ureigenen Charme bis heute weitgehend erhalten hat. Vor diesem geschichtsträchtigen Hintergrund wurde auch Sibiu/Hermannstadt, eine der wichtigsten Städte Siebenbürgens, 2004 von den damaligen Kulturministern der Europäischen Union für das Jahr 2007 zur Kulturhauptstadt Europas ernannt.

Doch dieses wertvolle kulturelle Erbe geriet zunehmend in Gefahr. Die politische Annäherung Rumäniens an den Westen seit 1989 führte in der Folge auch im Bausektor nicht nur zu architektonisch austauschbaren Neubauten ohne Regionalbezug sondern auch verstärkt zum Einsatz moderner Materialien, die sich aber häufig nicht mit der vorhandenen Bausubstanz vertragen und oftmals auch die optische Wirkung eines Hauses in starkem Maße beeinträchtigen. Gleichzeitig geht auch das Wissen um alte Handwerkstechniken, die bei der Restaurierung historischer Gebäude unbedingt notwendig sind, immer weiter verloren.

Dieses Buch möchte nicht nur den Blick für die einzigartige Hauslandschaft in Siebenbürgen sensibilisieren, sondern darüber hinaus Ratgeber sein für die notwendigen Reparaturen an alten Häusern, von denen viele auch als Eigenleistung erbracht werden können. Behandelt werden fast alle Bauteile vom Keller bis zum Dach und mit vielen Fotos und Zeichnungen dargestellt; dabei werden die typischen Probleme für das Instandsetzen und Erhalten alter Bausubstanz skizziert und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Sie sind das Ergebnis der über 10-jährigen Bautätigkeit des Mihai Eminescu Trust (MET) in Siebenbürgen, ergänzt um fundierte Erfahrungen im traditionellen Handwerk und im naturverträglichen Bauen, sowie durch aktuelle Forschungsergebnisse und Erkenntnissen in der Denkmalpflege.
Grundsätzlich sind die Probleme und Lösungen aber nicht nur auf Siebenbürgen beschränkt, sondern auch übertragbar auf andere Haustypen und Regionen.

Mit einem Vorwort von HRH Charles Prince of Wales.